



Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil
Ano 2011

**Jeniffer Del Carmen
Morais Martins**

**Avaliação da Segurança Sísmica das Construções –
Método Japonês**



**Jeniffer Del Carmen
Morais Martins**

**Avaliação da Segurança Sísmica das Construções –
Método Japonês**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, realizada sob a orientação científica do Doutor Aníbal Guimarães da Costa, Professor Catedrático e do Doutor Humberto Salazar Amorim Varum, Professor Associado do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro.

o júri

presidente

Prof.^a Doutora Margarida João Fernandes de Pinho Lopes
professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Jorge Miguel Silveira Filipe Mascarenhas Proença
professor Associado do Departamento de Engenharia Civil do Instituto
Superior Técnico

Prof. Doutor Aníbal Guimarães da Costa
professor Catedrático da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Humberto Salazar Amorim Varum
professor Associado da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Ao Bruno, e todos aqueles que de alguma forma contribuírem para o desenvolvimento desta.

Dedico este trabalho a todos aqueles que lutam por um sonho. Porque a maior recompensa desta grande lição de vida, é naquilo em que nos transformamos e lutamos para alcançar este momento tão desejado.

Projectar é fácil quando se sabe o que fazer. Tudo se torna fácil quando se encontra o modo de proceder para alcançar a solução de algum problema, e os problemas que se nos deparam na vida são infinitos: problemas simples que parecem difíceis porque não se conhecem os problemas que se mostram impossíveis de resolver”

- Murian

palavras-chave

Método Japonês, Vulnerabilidade Sísmica, Risco, Modelo Numérico simplificado, Capacidade de Resistência e Método de Avaliação.

resumo

Nos últimos anos é com grande frequência que os sismos têm destruído cidades, evidenciando a importância de se utilizarem metodologias simplificadas que permitam avaliar a segurança sísmica de edifícios, minimizando os consequentes impactos.

Pretendeu-se verificar a aplicabilidade do método japonês a edifícios correntes existentes em Portugal, com características estruturais distintas daquelas consideradas no desenvolvimento original do método.

De forma a verificar a viabilidade de aplicação desta metodologia, desenvolveu-se um modelo, que foi posteriormente aplicado a três casos de estudo, edifícios existentes localizados no norte/centro do país. Inicialmente, a metodologia de cálculo desenvolvida foi calibrada através da aplicação ao estudo anteriormente desenvolvido por Albuquerque (2008), com algumas adaptações necessárias associadas às diferenças nos procedimentos de cálculo.

A metodologia implementada na ferramenta é baseada na comparação do índice de solicitação sísmica (I_{SO}) com o Índice de desempenho sísmico (I_S), correspondente a elementos estruturais. No caso dos resultados obtidos não serem razoáveis e por ventura não verificarem a segurança sísmica do edifício, deverá ainda ser determinado o índice sísmico dos elementos não estruturais (I_N) e comparado com o índice de resistência dos elementos não estruturais (I_{NO}).

A fácil e rápida aplicabilidade do método, evidencia as vantagens da sua utilização, embora se reconheça que para o 3º nível de avaliação este método exija já um grande rigor na recolha e tratamento da informação que dificulta a sua aplicabilidade em muitos casos.

Da análise comparativa da aplicação do método japonês na avaliação da segurança sísmica dos três casos de estudo, verificou-se a segurança em todos os pisos e em ambas as direcções.

Observa-se através da interpretação dos resultados que a modelação desenvolvida é consistente e válida, podendo ser facilmente aplicado por técnicos.

Conclui-se portanto que o método japonês enquanto metodologia de avaliação da vulnerabilidade sísmica permite de forma expedita verificar a capacidade de resistência do Edifício, em contexto nacional.

keywords

Japanese Method, Seismic Vulnerability, Risk, simplified numerical model, the ability to resist, Assessment Method

abstract

In recent years it is with great frequency earthquakes have destroyed cities, highlighting the importance of using simplified Methodology to assess the seismic safety of buildings, minimizing the resulting impacts.

It was intended to verify the applicability of the method the Japanese current buildings in Portugal, with structural characteristics different from those considered in the original development of the method.

In order to verify the feasibility of applying this methodology, we developed a model that was later applied to three case studies, existing buildings located in the north / central regions. Initially, the calculation methodology developed was calibrated by applying to the study previously developed by Albuquerque (2008), with some necessary adjustments associated with differences in calculation procedures.

The methodology implemented in the tool is based on comparing the rate of seismic request (I_{so}) with the seismic performance index (I_s), corresponding to structural elements. If the results are not reasonable and perchance not verify the seismic safety of the building should still be given the index of the seismic non-structural elements (IN) and compared with the resistance index of non-structural elements (IN0).

The quick and easy applicability of the method, highlighting the advantages of its use, although it is recognized that for the 3rd level of assessment since this method requires a very rigorous in collecting and processing information that hinders its applicability in many cases.

From the comparative analysis of applying the method in the Japanese seismic safety evaluation of three case studies, there was security on every floor and in both directions.

It is observed through the interpretation of the results that the developed modeling is consistent and valid and can be easily applied by technicians.

We conclude therefore that the Japanese method as a methodology for assessing seismic vulnerability allows expeditiously verify the resilience of the building, in a national context.

ÍNDICE

Índice	i
Índice de Figuras	iv
Índice de Tabelas	v
Índice de Variáveis	viii
Lista de siglas	xiv
1. Introdução.....	1
1.1. Epígrafe	1
1.2. Objectivos.....	2
1.3. Metodologia.....	3
1.4. Estrutura Organizacional	3
2. Estado de Arte	5
2.1. Os Sismos e as Construções	5
2.2. Regulamentação Nacional	7
2.3. Risco Sísmico	8
3. Métodos de avaliação sísmica	9
3.1. Noções Gerais.....	9
3.2. Método Japonês	10
3.2.1. Princípio do Método Japonês.....	11
3.2.2. Níveis de Avaliação	13
3.2.2.1. 1º Nível de Avaliação.....	13
3.2.2.2. 2º Nível de Avaliação.....	13
3.2.2.3. 3º Nível de Avaliação.....	14
3.2.3. Metodologia de Cálculo.....	15

3.2.3.1.	Índice de Desempenho Sísmico I_S	15
3.2.3.2.	Índice Sísmico Básico de comportamento estrutural E_0	15
3.2.3.3.	Índice Sísmico Movimento do Solo G	19
3.2.3.4.	Índice Sísmico de Irregularidade S_D	19
3.2.3.5.	Índice Sísmico de Deterioração Estrutural T	22
3.2.3.6.	Índice de Solicitação Sísmica I_{S0}	26
3.2.3.7.	Índice Sísmico não Estrutural, I_N	35

4. Aplicação do Método Japonês 44

4.1.	Calibração de Folha	44
4.2.	Caso de Estudo 1 – Edifício Ermesinde	48
4.2.1.	Descrição Estrutural	49
4.2.2.	Cálculo da Vulnerabilidade Sísmica	50
4.2.2.1.	Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico I_S	54
4.2.2.2.	Cálculo do Índice de Solicitação Sísmica - I_{S0}	59
4.2.2.3.	Comparação de I_S e I_{S0}	62
4.2.2.4.	Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais – I_N	65
4.3.	Caso de Estudo 2 – Edifício Maia	68
4.3.1.	Descrição Estrutural	69
4.3.2.	Cálculo da Vulnerabilidade Sísmica	70
4.3.2.1.	Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico I_S	72
4.3.2.2.	Cálculo do Índice de Solicitação Sísmica I_{S0}	75
4.3.2.3.	Comparação de I_S e I_{S0}	78
4.3.2.4.	Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais – I_N	80
4.4.	Caso de Estudo 3 – Moradia Avanca	83
4.4.1.	Caracterização Estrutural	83
4.4.2.	Cálculo da Vulnerabilidade Sísmica	84
4.4.2.1.	Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico I_S	87
4.4.2.2.	Cálculo do Índice de Solicitação Sísmica - I_{S0}	89
4.4.2.3.	Comparação de I_S e I_{S0}	91
4.4.2.4.	Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais – I_N	94
4.5.	Comparação dos Resultados	96

5. Considerações finais.....	98
5.1. Discussão dos Resultados.....	98
5.2. Sugestões para Futuros Desenvolvimentos	101
 Referências Bibliográficas e recurso Web	102
Referências	102
Recursos Web	107
 Anexos.....	109
Apêndice A1	110
A.1.1 Cálculo dos sub-índices de resistência.....	111
A.1.2 Adaptação do Índice ISO e IS ao contexto Nacional.....	113
A.1.3 Valores dos Parâmetros de Condições geotécnicas locais máximo.....	114
A.1.4 Metodologia de Cálculo do coeficiente de comportamento	115
 Apêndice A2	118
A.2.1 Caso de Estudo nº1	119
A.2.2 Caso de Estudo nº2	120
A.2.3 Caso de estudo nº3.....	121

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo II – Estado de Arte

Figura II. 1 – Modo Vibratório dos elementos contrutivos do Edifício face a acção sísmica	6
---	---

Capítulo III – Método de Avaliação Sísmica

Figura III. 1 – Fluxograma Procedimento de Cálculo do Método Japonês	12
Figura III. 2 – Zonamento Sísmico do Continente	29
Figura III. 3 - Zonamento Sísmico da Ilha da Madeira	29
Figura III. 4 - Zonamento Sísmico das Ilhas dos Açores	30
Figura III. 5 – Critérios de regularidade em altura de edifícios com recuos	33

Capítulo IV – Aplicação do Método Japonês

Figura IV. 1 - Estudo de Caso 1 “Edifício Habitacional Ermesinde”	48
Figura IV. 2 – Geometria em Planta Piso R/C e Piso dos Andares	49
Figura IV. 3 – Pormenor Edifício	51
Figura IV. 4 – Caso de Estudo 2 “Edifício Habitacional Maia”	68
Figura IV. 5 – Planta Estrutural “Edifício Maia”	69
Figura IV. 6 – Corte 1 -1	70
Figura IV. 7 – Caso 3 “Moradia de Avanca”	83
Figura IV. 8 – Corte 1 “Moradia Avanca”	84

ÍNDICE DE TABELAS

Capítulo III – Métodos de Avaliação Sísmica

Tabela III. 1 – Métodos Quantitativos de Análise Sísmica	10
Tabela III. 2 – Princípio do Método Japonês	11
Tabela III. 3 – Classificação de Elementos Estruturais	16
Tabela III. 4 – Classificação do Tipo de Parede.....	17
Tabela III. 5 - Valores de dos factores de Redução.....	18
Tabela III. 6 - Valores de G_i e de R_i	21
Tabela III. 7 - Tabela de sub-índice T	22
Tabela III. 8 - Tabela de sub-índice T (Idade do Edifício e Estado dos Acabamentos)	23
Tabela III. 9 - Itens a verificar no 2º Nível de Investigação, para Fissuras e Deformações Estrutural	24
Tabela III. 10 - Itens a verificar no 2º Nível de Investigação, para Deterioração e Inactividade Estrutural	25
Tabela III. 11 – Aceleração máxima de referência para várias zonas sísmicas.....	28
Tabela III. 12 - Valores das Variáveis definidoras da configuração espectral da acção sísmica em Terrenos do Tipo A.....	30
Tabela III. 13 – Valores Recomendados para Coeficiente de Importância	32
Tabela III. 14 – Sub-Índice de Flexibilidade (f)	36
Tabela III. 15 – Grau de Flexibilidade da Estrutura (g_s).....	37
Tabela III. 16 – Grau de Flexibilidade dos Elementos Não Estruturais	37
Tabela III. 17 – Sub-Índice de Estado actual, t	37
Tabela III. 18 – Sub-Índice de Grau de Influência, H	38
Tabela III. 19 – Sub-Índice de Flexibilidade, f	39
Tabela III. 20 – Grau de Flexibilidade Estrutural, G_s	40
Tabela III. 21 – Grau de Flexibilidade em Elementos Não Estruturais, G_N	40
Tabela III. 22 – Sub-índice de Condição Actual, t	41
Tabela III. 23 – Sub-índice Ambiental, e	42
Tabela III. 24 – Sub-índice de Detenção de Quedas, c	43

Capítulo IV – Aplicação do Método Japonês

Tabela IV. 1 – Peso do Piso.....	44
Tabela IV. 2 – Cálculo do Índice sísmico básico de comportamento estrutural	45
Tabela IV. 3 – Verificação da segurança sísmica.....	46
Tabela IV. 4 – Valores das Componentes de carga da combinação quase permanente	51
Tabela IV. 5 – Cálculo do Peso do Piso	52
Tabela IV. 6 – Cálculo de I_S para o 1º Nível, em Xx's	55
Tabela IV. 7 - Cálculo de I_S para o 1º Nível, em Yy's	55
Tabela IV. 8 - Cálculo de E_0 para o 2º Nível, em Xx's	56
Tabela IV. 9 - Cálculo de E_0 para o 2º Nível, em Yy's	57
Tabela IV. 10 – Cálculo da Relação Rigidez/Peso.....	58
Tabela IV. 11 - Cálculo de I_S para o 2º Nível, em Xx's	58
Tabela IV. 12 – Cálculo de I_S para o 2º Nível, em Yy's	59
Tabela IV. 13 – Comparação de I_S para os 2 Níveis de Avaliação, segundo o Eixo dos Xx's	62
Tabela IV. 14 – Comparação de I_S para os 2 Níveis de Avaliação, segundo o Eixo dos Yy's	63
Tabela IV. 15 – Cálculo do Índice de Elmentos Não Estruturais.....	65
Tabela IV. 16 – Determinação de I_N , em x - 2º Nivel	67
Tabela IV. 17 – Determinação de I_N , em y - 2º Nivel	67
Tabela IV. 18 – Valores das Componentes de carga da combinação quase permanente	71
Tabela IV. 19 - Cálculo do Peso do Piso.....	71
Tabela IV. 20 – Cálculo de I_S para o 1º Nível, em Xx's	73
Tabela IV. 21 – Cálculo de I_S para o 1º Nível, em Yy's	73
Tabela IV. 22 - Cálculo do E_0 para o 2º Nível, em Xx's.....	74
Tabela IV. 23 – Cálculo do E_0 para o 2º Nível, em Yy's	74
Tabela IV. 24 – Cálculo de I_S para o 2º Nível, em Xx's	75
Tabela IV. 25 - Cálculo de I_S para o 2º Nível, em Yy's	75
Tabela IV. 26 – Comparação de I_S para os 2 Níveis de Avaliação, segundo o Eixo dos Xx's	78

Tabela IV. 27 - Comparação de I_S para os 2 Níveis de Avaliação, segundo o Eixo dos Yy's	79
Tabela IV. 28 – Cálculo do I_N , (x e y), 1º Nível	81
Tabela IV. 29 – Determinação de I_N (em x) - 2º Nível	81
Tabela IV. 30 - Determinação de I_N (em y) - 2º Nível	82
Tabela IV. 31 – Combinação de Acções considerados para Cálculo da massa do piso	85
Tabela IV. 32 – Determinação do Peso da Estrutura	85
Tabela IV. 33 – Determinação de E_0 no 1º Nível segundo Direcção X	87
Tabela IV. 34 – Determinação do I_S , no 1º Nível segundo Direcção Y	88
Tabela IV. 35 – Determinação de E_0 , no 2º Nível segundo Direcção X	88
Tabela IV. 36 - Determinação do E_0 , no 2º Nível segundo Direcção Y	89
Tabela IV. 37 – Determinação de I_S , no 2º Nível segundo Direcção X	89
Tabela IV. 38 - Determinação de I_S , no 2º Nível segundo Direcção Y	89
Tabela IV. 39 – Comparação de I_S para os 2ª Níveis de Avaliação, segundo Direcção X..	92
Tabela IV. 40 - Comparação de I_S para os 2ª Níveis de Avaliação, segundo Direcção Y ..	92
Tabela IV. 41 – Cálculo de I_N (em x e y)	94
Tabela IV. 42 – Determinação de I_N - 2º Nível, segundo x	95
Tabela IV. 43 - Determinação de I_N - 2º Nível, segundo y	95

ÍNDICE DE VARIÁVEIS

- a – toma valor igual a 0,5;
- A_{C1} – Rácio entre o Somatório das áreas da secção transversal dos pilares isolados ou daqueles cujas áreas foram desprezadas no cálculo das áreas das paredes e o somatório da área dos pisos (mm^2);
- A_{C2} – Rácio entre o Somatório Soma das áreas da secção transversal dos pilares anteriormente referidos cuja relação $h_0/D > 6$ e o somatório da área dos pisos (mm^2);
- a_{gR} – Máxima aceleração registada ao nível do solo (PGA) estipulada de acordo com o Anexo Nacional ao EC8, correspondente á zona em que se localiza o edifício e para o terreno do tipo A (rocha);
- A_{sc} – Rácio entre o Somatório das áreas da secção transversal das colunas curtas ou daqueles cujas áreas foram desprezadas no cálculo das áreas dos pilares e o somatório da área dos pisos (mm^2);
- A_{W1} – Rácio entre o Somatório das áreas da secção transversal das paredes com dois pilares de extremidade no piso e orientadas na direcção em avaliação e o somatório da área dos pisos (mm^2);
- A_{W2} – Rácio entre o Somatório das áreas da secção transversal das paredes com uma coluna de extremidade no piso e orientadas na direcção em avaliação e o somatório da área dos pisos (mm^2);
- A_{W3} – Rácio entre o Somatório das áreas da secção transversal das paredes sem coluna de extremidade no piso e orientadas na direcção em avaliação e o somatório da área dos pisos (mm^2);

- B – Sub-índice do tipo estrutural;
- b – toma valor igual a 0,5;
- B_j – Sub-índice do tipo estrutural;
- C_c – Índice de resistência de pilares;
- C_{sc} – Índice de resistência das colunas curtas;
- C_w – Índice de resistência das paredes;
- D – Largura do pilar;
- E_0 – Índice Sísmico Básico de Comportamento Estrutural;
- E_{s0} – Sub-índice de solicitação sísmica da estrutura;
- f – Sub-índice de Flexibilidade;
- F_b – Valor da aceleração dada pelo espectro para um Período T_1 ;
- F_C – Tensão de rotura do betão á compressão em N/mm^2 , podendo ser considerada como Tensão de cálculo;
- F_{sc} – Índice de ductilidade associada às colunas;
- F_w – Índice de ductilidade associada às paredes;
- g – Aceleração da gravidade;

- G - Factor de modificação geotécnica, tendo em conta os efeitos de amplificação que podem ocorrer devido à interacção solo - estrutura e às condições topográficas e geotécnicas do local;
- G – Sub-índice Sísmico de movimento do solo;
- H – Sub-índice de influência de grau;
- h_0 – Altura Livre do pilar;
- h_j – Altura correspondente ao tipo estrutural;
- H_j – Sub-índice de Grau de Influência;
- h_s – altura, toma valor igual a 3,5m;
- h_{wi} – altura da parede i;
- i – Número do Piso em avaliação;
- I_s – Índice de Desempenho Sísmico;
- I_{s0} – Índice de solicitação Sísmica;
- K_w – Factor que reflecte o modo de rotura condicionante em sistemas estruturais em pórtico ou misto com predominância dos pórticos, e assume valores entre 0,5 e 1,0 para sistemas estruturais de parede, mistos com predominância das paredes ou sensíveis aos esforços globais de torção. Essa variação está dependente da esbelteza apresentada pelas paredes, ou seja, o rácio entre h_w (altura) e l_w (comprimento);
- L_j – Unidade de comprimento da superfície da parede;

- l_{wi} – comprimento da secção da parede de i ;
- M – Massa total do Edifício acima da fundação;
- N – Número do piso em avaliação;
- n_p - Número Total de Pisos;
- P_{si} – Somatório dos pontos para i -pisos considerando fissuras e deformações estruturais;
- P_{ti} – Somatório dos pontos para i -pisos considerando deterioração e inactividade;
- q – Coeficiente de comportamento apresentada pela estrutura;
- q_0 – Valor de referência do coeficiente de comportamento que depende da classificação do sistema estrutural e da sua regularidade em altura;
- R_{xn} – Força de Corte basal segundo x , para o modo n ;
- S – Coeficiente que traduz as condições geotécnicas locais;
- S_D - Coeficiente que quantifica a influência das irregularidades da configuração estrutural e da distribuição de rigidez e de massa;
- T - Indicador de Deterioração do Edifício;
- t – Sub-índice do Estado Actual;
- T_1 – Período fundamental de vibração do edifício na direcção em causa;
- T_i – índice T para número total de pisos;

- $V_{Rd,i}$ – Força de corte mobilizada pelo conjunto dos vários elementos estruturais;
- $V_{Sd,i}$ – Força de corte mobilizada pelo conjunto dos vários elementos estruturais;
- W_j – Sub-índice da secção da superfície da Parede;
- W_x – Peso da superestrutura;
- Z - Factor de sismicidade, cujo valor depende da actividade e da sismicidade local;
- α - Factor de Redução da Capacidade Resistente de acordo com o nível de deformação em que os elementos que controlam o comportamento sísmico, atingem o limiar da resistência;
- β_C – Factor de correcção da classe de resistência apresentada pelo betão;
- γ_1 – Coeficiente de importância do edifício face aos danos provocados pela acção sísmica;
- λ – Percentagem de massa mobilizada no primeiro modo de vibração;
- ΣW – Peso total (Somatório da acção sísmica do pesos próprio e sobrecarga regulamentar), suportado pelo piso em avaliação;
- τ_{c1} – Tensão média ao corte ao estado limite último dos pilares em que a relação h_0/D é menor do que 6;
- τ_{c2} – Tensão média ao corte ao estado limite último dos pilares em que a relação h_0/D é maior do que 6;
- τ_{sc} – Tensão média ao corte ao estado limite último das colunas curtas;

- τ_{w1} – Tensão média ao corte ao estado limite último de paredes com duas colunas de extremidade;
- τ_{w2} – Tensão média ao corte ao estado limite último de paredes com uma coluna de extremidade;
- τ_{w3} – Tensão média ao corte ao estado limite último de paredes sem coluna de extremidade;

LISTA DE SIGLAS

AN – Anexo Nacional

BA – Betão Armado

DCH – Alta Ductilidade

DCM – Média Ductilidade

DN – Diário de Notícias

EC8 – Euro Código 8

IM – Instituto Meteorológico

JN – Jornal de Notícias

PGA – Aceleração de Pico no Solo (Peak Ground Acceleration)

RSA – Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes

1. INTRODUÇÃO

No presente capítulo introdutório faz-se um enquadramento da temática em estudo (Secção 1.1), abordam-se essencialmente os principais objectivos do trabalho (Secção 1.2), a metodologia utilizada (Secção 1.3) e a estrutura do trabalho (Secção 1.4).

1.1.EPÍGRAFE

De acordo com o responsável do I.M. (2009), Adérito Serrão, "o sismo desta madrugada é o maior registado desde 1969", a cerca de 100 quilómetros do Cabo de São Vicente, no Algarve, mas "sem problemas a registar", reforçou.

Ao longo do último milénio, foram sentidos em Lisboa e na zona Sul do País, vários sismos de grande e baixa intensidade, de acordo com os registos disponíveis, maior parte destes tiveram origem nesta fronteira de placas, usualmente designada por Falha Açores - Gibraltar. Recentemente, a 17 de Dezembro de 2009, foram sentidas inúmeras réplicas a norte do Cabo de São Vicente, embora não tenham provocado estragos.

De facto e conforme Carvalho (2009) argumenta “Já no século XX são de referir as crises despoletadas pelos sismos de 8 de Maio de 1939, que afectou principalmente as ilhas de São Miguel e Santa Maria”, os efeitos desencadeados pelos sismos são inúmeros, levam-se anos a tentar reconstruir aquilo que o sismo destrói, como exemplo disso, é a reabilitação que se tem levado a cabo do edificado destruído nos Açores e mesmo em Lisboa.

Nestas circunstâncias, urge a preocupação de ocorrer um novo sismo de grande intensidade, e de acordo com vários autores, nomeadamente Costa (2000) “existe portanto a necessidade de controlar o risco sísmico em Portugal”.

1.2.OBJECTIVOS

Sensibilizada pelo olhar de sofrimento e da dor daqueles que sobreviveram ao sismo que abalou o Japão, a Humanidade, a sua sobrevivência, é a principal motivação para o desenvolvimento desta dissertação. A inquietação de um possível terramoto se repetir em Portugal é demasiada, desta forma, a adopção de metodologias rigorosas de avaliação dos edifícios e a implementação de medidas correctivas, constitui uma solução para redução do risco sísmico.

A presente dissertação tem como principal objectivo a verificação da vulnerabilidade sísmica do edificado, através da aplicação da metodologia de calculo do método japonês. Face ao agravamento de perdas consequentes da acção sísmica, é importante o desenvolvimento de ferramentas, que de forma expedita permitam verificar a segurança sísmica de um edifício. Com o intuito de proceder a este objectivo seguiram-se duas abordagens.

Numa primeira abordagem pretende-se desenvolver um modelo de avaliação numérico, que permita de uma forma simplificada, a qualquer técnico apurar a segurança de um edifício quando sujeito a solicitações sísmicas, com recurso a exposição dos principais conceitos do método japonês.

Numa segunda abordagem para dar consistência aos conceitos teorizados e demonstrar a sustentabilidade da utilização do Método Japonês em contexto nacional, o modelo numérico desenvolvido é aplicado a três casos de estudo, com distintas tipologias construtivas.

De forma a sustentar a utilização deste método de avaliação sísmica, e verificar a vulnerabilidade sísmica dos edifícios são interpretados os resultados obtidos.

Assim sendo, como a térmica a segurança sísmica poderá ser no futuro, uma das opções a certificar. Pois, de acordo com várias fontes, nomeadamente Lopes (2010) *“falta em*

Portugal uma entidade que fiscalize, ..., o cumprimento da legislação de construção civil em matéria de vulnerabilidade sísmica”.

Embora não se consiga evitar os danos de um sismo, consegue-se alterar a resistência e a qualidade das construções, é neste sentido que entra a fiscalização VS certificação do imóvel. Neste cenário, a fiscalização e certificação do parque edificado, assume um papel fundamental como possível medida de mitigação da vulnerabilidade sísmica. De uma forma sucinta, e segundo Lopes (2010), um imóvel deveria ser fiscalizado e alvo de certificação por uma Empresa acreditada pelo Estado, com o intuito de avaliar a resistência do mesmo a efeitos sísmico, quer em projecto quer como produto final.

1.3.METODOLOGIA

Com base nesta perspectiva, recorreu-se à consulta e revisão bibliográfica de assuntos relacionados com o âmbito da Dissertação, assim como a publicações institucionais, instrumentos legislativos Portugueses e ferramentas disponíveis, de forma a atingir o propósito da mesma. No entanto deverá referir-se que embora exista algum material relacionado com a temática, o Método a aplicar está pouco difundido, existindo algumas dúvidas face à falta de mais elementos específicos.

1.4.ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

A presente Dissertação desenvolver-se-á em cinco capítulos distintos, mas complementares, que tratam cada um os temas de maior relevância.

No I Capítulo, são feitas referências introdutórias resumindo de uma forma sucinta alguns estigmas e problemas associados a este conteúdo (Secção 1.1). São enumerados os objectivos (Secção 1.2) e as motivações (Secção 1.2) que conduziram ao desenvolvimento deste Trabalho Científico, a metodologia utilizada (Secção 1.3) e a organização estrutural da Dissertação (Secção 1.4).

O II Capítulo é uma das partes mais importantes de todo o trabalho científico, o Estado da Arte faz referência a tudo o que já foi descoberto nesta área de pesquisa e a sua evolução contextual. Nesta perspectiva, com o auxílio à informação de alguns autores, consegue-se reflectir e criticar algumas explicações científicas de forma fundamentada.

Porém, no III Capítulo faz-se uma pequena abordagem às diversas metodologias de avaliação sísmica possíveis de utilizar para verificação da vulnerabilidade. Tendo em conta o âmbito da Dissertação, é descrito o princípio do Método Japonês, e a metodologia de cálculo do mesmo.

No IV Capítulo, o modelo numérico desenvolvido com base no procedimento de cálculo do método japonês é calibrado através da sua aplicação ao Corpo 22 do Hospital de Santa Maria, trabalho desenvolvido por Albuquerque (2008) e aplicado a 3 casos práticos. O objectivo deste capítulo é demonstrar a simplicidade de cálculo e fácil utilização do método japonês para avaliação da segurança sísmica, através da exposição do cálculo efectuado e da análise dos dados obtidos.

Procurando-se sistematizar os resultados globais obtidos, no capítulo V são enumeradas as conclusões mais pertinentes observadas da aplicação do método japonês para as diferentes tipologias construtivas.

2. ESTADO DE ARTE

Neste capítulo são apresentados alguns dos conceitos básicos associados a esta temática (Secção 2.1), são referidos os progressos regulamentares no âmbito nacional (Secção 2.2) e expostos alguns dos paradigmas e axiomas.

2.1.OS SISMOS E AS CONSTRUÇÕES

“Um repórter da Reuters em Port-au-Prince relatou cenas de pânico da população, enquanto via edifícios a desabar, pessoas a pedir auxílio e outras gritar debaixo dos escombros. "Jesus, salvem-nos!", eram as palavras mais ouvidas.” (J.N. 2010).

De entre os vários fenómenos naturais, os sismos têm sido foco de grande informação como causa de grandes catástrofes, que implacavelmente destroem muitas cidades e ceifam muitas vidas humanas.

Porém, estes fenómenos por si só raramente causam danos humanos, “ Em zonas propensas a sismos o colapso dos edifícios é a principal causa de morte” (UNDRO, 2009), no entanto aliados a outros factores, atingem dimensões incontroláveis. Estes não só dependem da severidade da acção sísmica, como também da resistência e da qualidade da construção, isto em conjunto por vezes não só provoca o colapso da infra-estrutura, como mata milhares de pessoas.

Na generalidade, a infra-estrutura entra em colapso, devido à existência de deficiências estruturais, aquando da ocorrência de um sismo. Pois, quando se dá a libertação da energia resultante do movimento brusco da superfície terrestre, esta propaga-se em todas as direcções sob forma de ondas sísmicas, que ao atingirem a superfície terrestre (epicentro), transferem parte desta às fundações de uma estrutura, obrigando-a a acompanhar o movimento e a vibrar (Figura II.1).

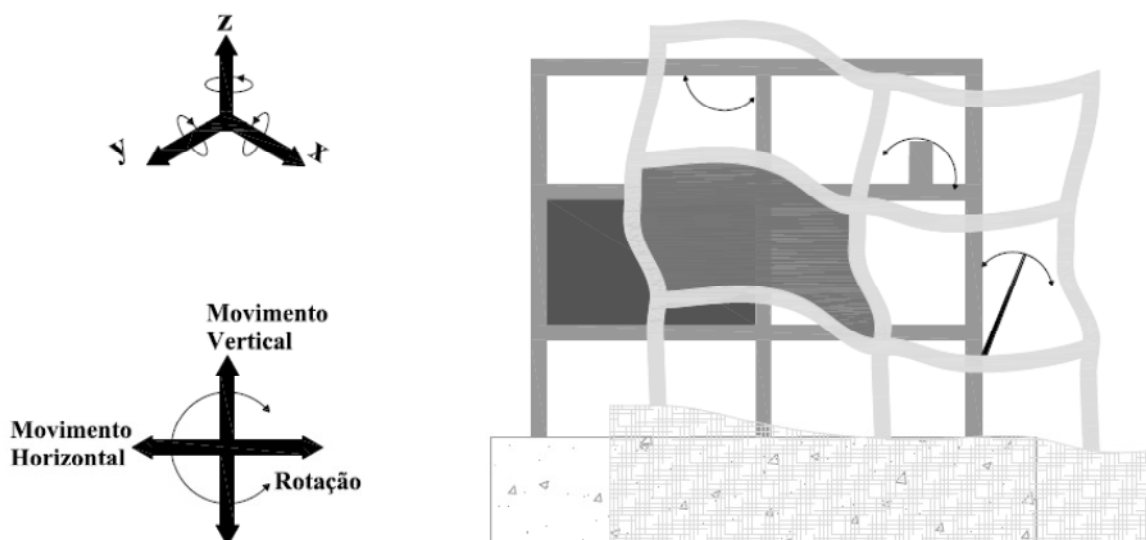


Figura II. 1 – Modo Vibratório dos elementos contrutivos do Edifício face a acção sísmica

No entanto, o modo vibratório da fundação não só depende da magnitude do sismo e da distância entre o Hipocentro e o Epicentro, como também do tipo de solo em que esta está assente.

Com base neste estudo as construções podem entrar em colapso, quando a energia libertada está situada numa gama de frequências concordante com a frequência de vibração da própria estrutura, pois isto pode conduzir ao designado fenómeno de ressonância. (Mateus, 2000).¹

Ao longo da História, muitos sismos têm originado a destruição de algumas cidades, em todo o Mundo, nomeadamente em Portugal. No entanto, apesar de toda a investigação levado a cabo até aos dias de hoje, ainda não existem dados que permitam prever a curto prazo eventos sísmicos.

¹ - *Fenómeno de Ressonância* - Tendência de um sistema oscilar em máxima amplitude em determinadas frequências. Nessas frequências, até mesmo forças periódicas pequenas podem produzir vibrações de grande amplitude, pois o sistema armazena energia vibracional. Quando o amortecimento é pequeno, a frequência de ressonância é aproximadamente igual a frequência natural do sistema, o que é a frequência de vibrações livres.

Apesar da ciência ainda não ser capaz de responder, existe portanto, a necessidade de se mitigar a vulnerabilidade sísmica do edificado, minimizando danos que uma futura catástrofe possa provocar.

Conscientes dos impactos negativos e das consequências socioeconómicas, que daí resultam, é importante mobilizarem-se esforços na busca de novas soluções para melhorar o comportamento anti-sísmico das estruturas.

2.2.REGULAMENTAÇÃO NACIONAL

Embora sejam contemplados na regulamentação métodos de análise para verificação da segurança, ainda se continua a verificar o ruimento de edifícios resultante de falhas estruturais, como é o exemplo d'Aquila e Lorca.

De facto em zonas históricas, densamente povoadas, os edifícios caracterizam-se pela sua elevada vulnerabilidade sísmica. Pois apesar de já existirem alguns edifícios construídos de acordo com a legislação, coexistem nestes espaços outros com diferentes características, nomeadamente: diferentes tipologias, idades, estados de conservação, edificados construídos segundo as boas práticas e de acordo ou não com a legislação. Estes aspectos dificultam uma previsão do seu comportamento ao sismo, pois embora dependam da magnitude do fenómeno, os materiais e as técnicas construtivas utilizadas na sua construção são os principais factores.

De facto, a deterioração dos materiais, sobretudo as alterações construtivas pelos quais os edifícios históricos têm passado e a *“progressiva substituição dos edifícios designados por “gaioleiros” por betão armado”*, podem comprometer o seu comportamento sísmico (Appleton, J. 2006).

2.3.RISCO SÍSMICO

“Earthquakes are a special category of hazards in that most human losses are due to failure of human-made structures – building. Therefore, in principle, with sufficient resources for research, development, education, followed by necessary investments in hazard reduction, earthquakes are a hazard that are within our power to respond to. We can reduce their threat over time as much as we want to” (Teixeira, R. cit in Nunes, C.2009).

Apesar da inevitabilidade da ocorrência dos sismos, a mitigação do risco passa pelo decréscimo da vulnerabilidade sísmica das construções. Neste sentido, o conhecimento destes eventos, que demarcam toda uma história de cataclismo, têm permitido adoptarem-se procedimentos e desenvolverem-se métodos de avaliação simplificada que visem reduzir a mesma.

Naturalmente, haverá que avaliar em concreto a sua debilidade, pois no caso de ser excessiva, deverão ser tomadas medidas correctivas, que podem passar pela sua reabilitação estrutural ou mesmo demolição.

3. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO SÍSMICA

Neste capítulo é feita uma exposição de forma expedita dos diferentes métodos de avaliação sísmica existentes, enunciando de forma mais específica e com grande relevo o princípio do método japonês e a sua metodologia de cálculo.

3.1. NOÇÕES GERAIS

Verifica-se constantemente que grande parte das perdas provocadas pelos sismos, provêm de deficiências estruturais do edificado, portanto é com especial foco que se deve verificar e garantir a capacidade da estrutura resistir aos efeitos destas acções e em caso de necessidade proceder ao reforço da mesma.

Em geral, para quantificação do desempenho esperado do edificado a eventos sísmicos, são apenas consideradas as acções vibratórias transmitidas pelo terreno. *“No entanto, os sismos podem provocar alterações nos terrenos, desde a liquefacção de camadas, rotura, movimento de transfronteiriço de placas activas, entre outros, do qual resulte deslocamentos significativos, com graves consequências para as estruturas”* (Decreto-Lei nº235/83).

A avaliação à vulnerabilidade sísmica do parque edificado, pode ser efectuada através de Métodos qualitativos e quantitativos. Nos primeiros, conforme é ilustrado na Tabela III.1, a vulnerabilidade pode ser quantificada através de Métodos Simplificados de Análise Estática e Métodos Gerais de Análise Dinâmica.

Geralmente, os métodos considerados como qualitativos baseiam-se na qualificação de indicadores de vulnerabilidade e características gerais da estrutura.

Tabela III. 1 – Métodos Quantitativos de Análise Sísmica
(Adaptado Rodrigues, 2009)

<i>MÉTODOS QUANTITATIVOS DE ANÁLISE SÍSMICA</i>			
<i>MÉTODOS SIMPLIFICADOS</i>		<i>MÉTODOS GERAIS</i>	
Análise Estática		Análise Dinâmica	
Análises	Análises dinâmicas	Análise Estática	Análise Dinâmica
Elásticas	modais por espectro		
Equivalentes	de resposta		

Quando se pretende obter resultados mais precisos, apesar de serem mais complexos e envolverem bastantes recursos e tempo de cálculo, utilizam-se os métodos quantitativos. Assim sendo, considerando comportamento da estrutura não linear, dever-se-à utilizar os Métodos Generalizados.

É de notar que o R.S.A. prevê que a determinação dos efeitos da acção dos sismos seja efectuada através de métodos de análise dinâmica, permitindo, no entanto em certos casos, a utilização de métodos simplificados de análise estática.

3.2.MÉTODO JAPONÊS

O Método Japonês é uma das ferramenta possíveis de utilizar, para verificação da vulnerabilidade sísmica. Esta metodologia é aplicável a Edifícios de Betão Armado, intactos ou deteriorados, com estrutura em Pórtico ou em parede, que tenham no máximo 8 Pisos (Proença, J. 2004).

O Método foi desenvolvido por Masaya Hirosawa e adoptado pelo Ministério da Construção do Japão para Avaliação da Segurança Sísmica do Edificado. Este procedimento de cálculo, foi adoptado por outros países e adaptado ao tipo de tipologias estruturais locais (Albuquerque, P. 2008).

3.2.1. PRINCÍPIO DO MÉTODO JAPONÊS

De acordo com Hirosawa (1981), esta metodologia propõe o cálculo de um índice de desempenho sísmico estrutural (I_S) e de um índice sísmico não estrutural (I_N), que posteriormente são comparados com os índices sísmicos de resistência, respectivamente um associado à estrutura (I_{S0}) e outro correspondente a elementos não Estruturais (I_{N0}), para verificação da vulnerabilidade sísmica do edifício. No entanto os elementos não estruturais serão comparados sempre e quando da comparação entre I_S e I_{S0} não resultarem dados razoáveis.

Tabela III. 2 – Princípio do Método Japonês

<i>TIPOS DE ELEMENTOS</i>	<i>ÍNDICES</i>	<i>INTERPRETAÇÃO DOS DADOS</i>
Elementos Estruturais	$I_S > I_{S0}$	Verifica-se que o Edifício responde com segurança a este tipo de solicitação.
	$I_S < I_{S0}$	O Edifício não verifica a segurança a este tipo de solicitação
Elementos Não Estruturais	$I_N > I_{N0}$	Verifica-se que o Edifício responde com segurança a este tipo de solicitação
	$I_N < I_{N0}$	O Edifício não verifica a segurança a este tipo de solicitação.

Em suma, a avaliação da segurança sísmica segundo o Método Japonês não só analisa a contribuição dos elementos estruturais, como também a dos elementos não estruturais.

Por vezes, verifica-se que os danos causados pela ocorrência do sismo, sucedem não só devido ao colapso estrutural, mas também à queda de materiais de acabamento.

Sintetizando, o procedimento de cálculo do método Japonês é apresentado conforme o seguinte Fluxograma.

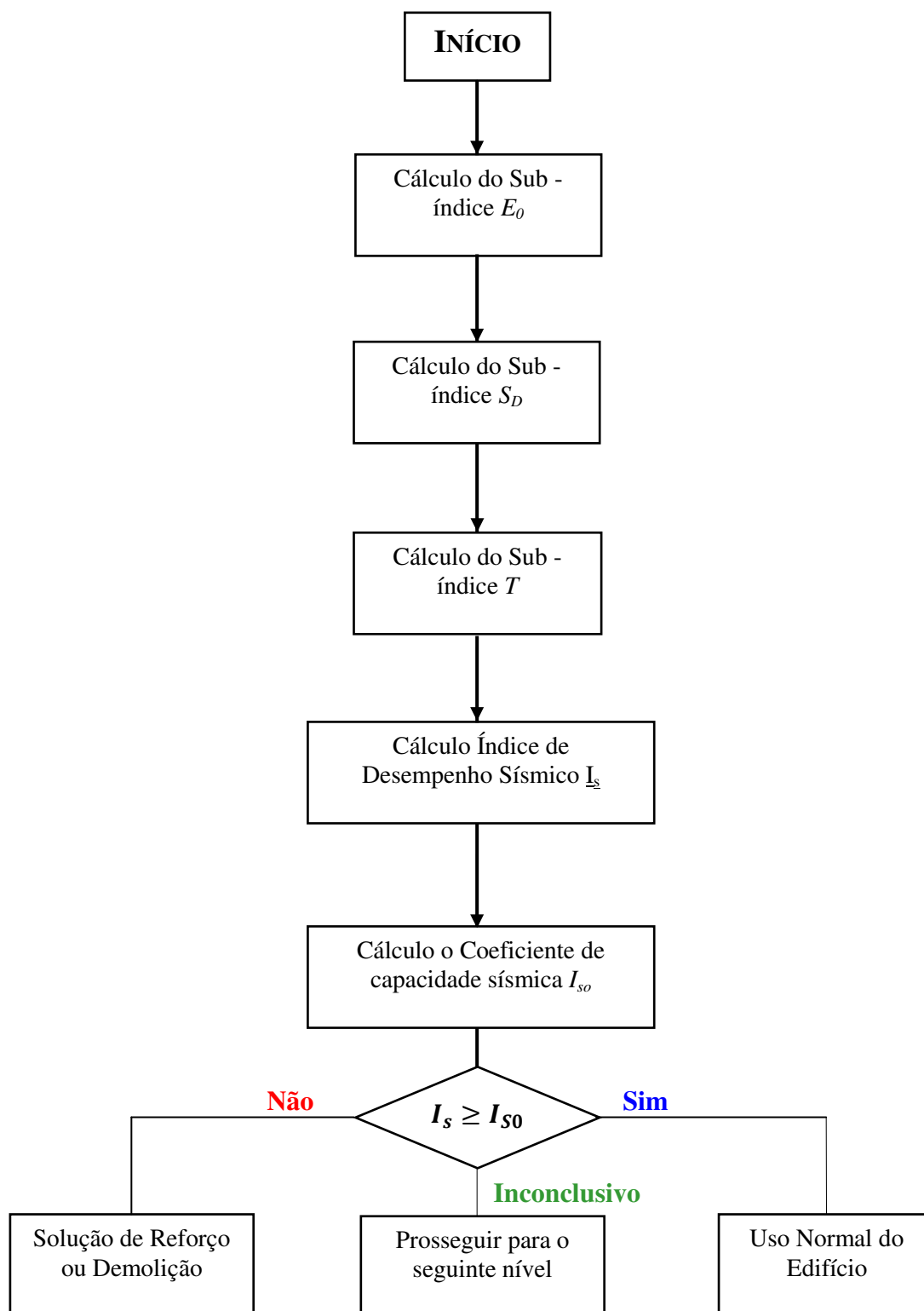


Figura III. 1 – Fluxograma Procedimento de Cálculo do Método Japonês
(Albuquerque, P. 2008)

3.2.2. NÍVEIS DE AVALIAÇÃO

O Método Japonês é composto por três níveis de avaliação, independentemente do nível, o conceito básico é comum nos 3.

3.2.2.1. 1º NÍVEL DE AVALIAÇÃO

No primeiro nível, o índice de desempenho sísmico é quantificado de forma simplificada, através do cálculo do índice Sísmico Básico E_0 , o qual é determinado através do somatório do produto das secções transversais dos vários elementos estruturais, com base nas suas respectivas tensões médias resistentes.

Neste nível, os sub-índices S_D (irregularidade estrutural) e T (degradação estrutural), são considerados constantes para todos os pisos. O sub-índice de degradação estrutural toma o menor valor dos valores obtidos dos itens a verificar.

O Índice sísmico básico de comportamento estrutural é calculado para um único modo de rotura, neste nível a rotura é condicionada pelos elementos mais frágeis, restringida pelos pilares curtos.

O Índice de elementos não estruturais também é obtido de forma simplificada, através da apreciação preliminar da capacidade da ductilidade da estrutura. Em função dessa condição, o método parametriza valores para os dois sub-índices avaliados, quer o sub-índice do estado actual da estrutura quer o sub-índice de grau de influência.

3.2.2.2. 2º NÍVEL DE AVALIAÇÃO

No segundo nível, para determinação do Índice de desempenho Sísmico, a resistência e ductilidade dos elementos verticais é explorada até à sua resistência máxima, para cada modo de rotura (por corte e flexão). Sendo portanto o valor mais desfavorável utilizado,

considerando que as lajes e as vigas são consideradas indeformáveis. Neste nível, o cálculo dos sub-índices S_D e T , é mais complexo comparado com o primeiro nível, sendo ambos considerados e avaliados para todos o pisos.

Neste nível a rotura é condicionada pelos elementos mais frágeis e pelos dúcteis, restringida pelos pilares curtos e pilares em betão armado, sendo o índice E_0 calculado para 2 modos de rotura.

A contribuição dos elementos não estruturais é avaliada de forma mais pormenorizada, o índice I_N é obtido de uma forma mais complexa, embora mais precisa, pois não só considera a possibilidade destes se desagregarem, como avalia a sua capacidade de ductilidade e deflexão.

3.2.2.3. 3º NÍVEL DE AVALIAÇÃO

Por último, no 3 nível o grau de complexidade de cálculo aumenta, quer para a obtenção do índice de desempenho sísmico, quer para determinação do índice dos Elementos não estruturais.

Os sub-índices da irregularidade e deterioração são calculados da mesma forma que no segundo nível. O sub-índice E_0 é calculado tendo em conta o mecanismo de rotura dos pórticos, ponderando a resistência das vigas e o colapso das paredes resistentes, condicionada por elementos pouco frágeis.

Os sub-índices do tipo estrutural, de grau de influência e da secção da superfície, são obtidos da mesma forma, considerando para o cálculo as mesmas expressões já utilizados no 2º Nível. No entanto, esta recolha é feita de forma minuciosa, considerando não só para o efeito: o estado da construção, grau de estabilização, assim como outros, pois estes factores influenciam a capacidade de deflexão estrutural.

3.2.3. METODOLOGIA DE CÁLCULO

3.2.3.1. ÍNDICE DE DESEMPENHO SÍSMICO I_s

Este índice corresponde à capacidade sísmica de corte global que um determinado piso apresenta segundo as 2 direcções. Este é determinado através da seguinte expressão:

$$I_s = E_0 \times G \times S_D \times T \quad (1)$$

Sabendo que:

E_0 - Índice sísmico básico de comportamento estrutural;

G - Sub-índice sísmico de movimento do solo;

S_D - Coeficiente que quantifica a influência das irregularidades da configuração estrutural e da distribuição de rigidez e de massa;

T - Indicador de deterioração do edificado;

A determinação deste índice não depende só dos factores de redução S_D e T , como também na sua maioria do índice E_0 .

Este é calculado da mesma forma para os 3 níveis de avaliação, contudo, quanto maior o nível, maior é o detalhe e maior é a solidez dos resultados obtidos.

3.2.3.2. ÍNDICE SÍSMICO BÁSICO DE COMPORTAMENTO ESTRUTURAL E_0

O índice sísmico básico de comportamento estrutural é obtido, ponderando as condicionantes conferidas pelos diferentes tipos de rotura.

▪ 1º Nível de Avaliação

No 1º nível de avaliação, o índice é estimado com base na classificação dos elementos verticais, considerados numa de entre várias categorias apresentadas na Tabela III.3

Tabela III. 3 – Classificação de Elementos Estruturais
(Albuquerque, P. 2008)

<i>ELEMENTO ESTRUTURAL</i>	<i>CONSIDERAÇÕES</i>	<i>INDICADOR</i>
i) Pilares Curtos	$h_0/D \ll 2$	C_{SC}
ii) Pilares de Betão Armado	$h_0/D > 2$	C_C
iii) Paredes de Betão Armado, Paredes divisórias de alvenaria de Betão Armado, Paredes de alvenaria armada (confinadas por elementos esbeltos, tais como pilares, travamentos, etc.	$a/b > 3, \text{ sendo } a > b$	C_W

Para edifícios onde não existam pilares curtos nas extremidades das paredes de betão armado, o índice é obtido através da seguinte equação (Hirosawa, M. 1981):

$$E_0 = \frac{n+1}{n+i} (C_W + \alpha_1 \cdot C_C) \times F_W \quad (2)$$

Em que:

n - Número Total de Pisos;

i - Número do Piso em avaliação;

C_W - Índice de resistência das paredes;

C_C - Índice de resistência de pilares;

α_1 - Factor de Redução da Capacidade Resistente de acordo com o nível de deformação em que os elementos que controlam o comportamento sísmico, atingem o limiar da resistência (consultar valores de factor de acordo com Tabela IV.2);

F_W - Índice de ductilidade associada às paredes (No caso do $C_W = 0$, F toma o valor de 1);

Caso contrário, o índice pode ser obtido através da Equação 3, desde que a contribuição dos pilares curtos seja desprezada.

$$E_0 = \frac{n+1}{n+i} (C_{sc} + \alpha_2 \cdot C_w + \alpha_3 \cdot C_c) \times F_{sc} \quad (3)$$

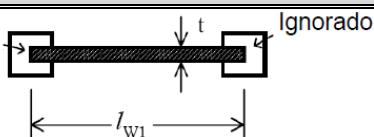
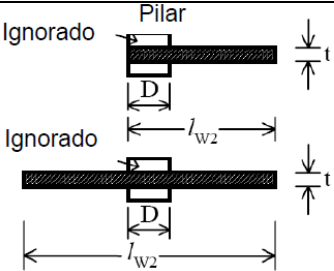
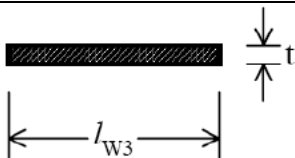
Em que:

C_{sc} – Índice de resistência das pilares curtos;

F_{sc} – Índice de ductilidade associada às colunas (F pode tomar o valor de 0,8);

Tabela III. 4 – Classificação do Tipo de Parede

(Adaptado Albuquerque, P. 2008)

CONDIÇÃO	A CONSIDERAR	
Paredes com Dois Pilares de extremidade	$A_{W1} = l_{W1} \times t$	Ignorado  Ignorado
Paredes com 1 Pilar de Extremidade	$A_{W2} = l_{W2} \times t$ Se $(l_{W2} - D) < 450\text{mm}$	Ignorado  Ignorado
Paredes sem Pilares nas Extremidades	$A_{W3} = l_{W3} \times t$ Se $l_{W3} < 450\text{mm}$	

Em suma, no 1º nível de avaliação o Sub-índice E_0 é obtido ponderando a resistência ao corte de cada piso. Este é calculado para cada direcção principal do edifício, através do somatório do produto entre os índices de resistência dos elementos estruturais pelos respectivos factores de redução e pelo índice de ductilidade, considerando a rotura restringida pelos elementos frágeis, conforme Tabela III.5.

Tabela III. 5 - Valores de dos factores de Redução
(Albuquerque, P. 2008)

<i>TIPO</i>	<i>CLASSIF.</i>	<i>FACTORES DE REDUÇÃO</i>			<i>MODO DE ROTURA</i>
		α_1	α_2	α_3	
A	Mais Frágeis	1	0,7	0,5	Rotura controlada pelas paredes de alvenaria e por pilares curtos ou pelas paredes não reforçadas e parcialmente confinadas
B	Menos Frágeis	0	1	0,7	Rotura condicionada pelas Paredes de betão armado
C	Elementos Dúcteis	0	0	1	Rotura condicionada pelos Pilares de betão armado

No entanto, se esta condição não conduzir à perda de resistência estrutural, a capacidade sísmica deverá ser calculada desprezando os factores de redução destes elementos.

▪ 2º Nível de Avaliação

De acordo com Hirosawa (1981), para edifícios sem pilares curtos nas extremidades, o índice E_0 pode ser obtido através da equação (4), assumindo o maior valor dos obtidos através das equações anteriormente referidas.

$$E_0 = \frac{n+1}{n+i} \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + E_3^2} \quad (4)$$

Sabendo que:

- $E_1 = C_1 \times F_1$
- $E_2 = C_2 \times F_2$
- $E_3 = C_3 \times F_3$

Contudo, se existirem pilares de betão armado, elementos estruturais de corte, o índice deve ser calculado através da seguinte expressão:

$$E_0 = \frac{n+1}{n+i} (C_1 + \alpha_2 \cdot C_2 + \alpha_3 \cdot C_3) \times F_1 \quad (5)$$

▪ 3º Nível de Avaliação

No 3º nível de avaliação o cálculo do índice é executado da mesma forma que o foi no 2º nível.

3.2.3.3. ÍNDICE SÍSMICO MOVIMENTO DO SOLO G

O índice G está associado a factores de movimento do solo, segundo Hirosawa (1981), este índice assume valor igual a um.

3.2.3.4. ÍNDICE SÍSMICO DE IRREGULARIDADE S_D

O sub-índice de irregularidade estrutural é determinado em função das características estruturais do edifício, que sejam opostas ao comportamento sísmico, apresentem irregularidades, não tenha massa e rigidez uniformemente distribuída, deteriorando o índice que traduz a capacidade resistente.

▪ 1º Nível de Avaliação

No 1º nível de avaliação, o S_D é dado pela seguinte expressão:

$$S_D = q_{1a} \times q_{1b} \times \dots \times q_{1k} \quad (6)$$

$$q_i = (1,0 - (1 - G_i) \times R_{1i}) \Rightarrow i = a, b, c, d, e, f, i, j, k \quad (7)$$

$$q_{1i} = (1,2 - (1 - G_i) \times R_{1i}) \Rightarrow i = h \quad (8)$$

De acordo com a Tabela III.6, no 1º nível de avaliação o sub-índice S_D é obtido através da verificação de diversos factores, assumindo o valor mais desfavorável. Este valor é quantificado para um único piso, sendo considerado igual para os restantes.

▪ 2º e 3º Nível de Avaliação

No 2º nível de avaliação o S_D é dado pela seguinte expressão, sendo este calculado da mesma forma no 3º nível:

$$S_D = q_{2a} \times q_{2b} \times \dots \times q_{2k} \quad (9)$$

$$q_i = (1,0 - (1 - G_i) \times R_{2i}) \Rightarrow i = a, b, c, d, e, f, i, j, k, l, m, n, o \quad (10)$$

$$q_{1i} = (1,2 - (1 - G_i) \times R_{2i}) \Rightarrow i = h \quad (11)$$

No 2º Nível, o sub-índice S_D assume o valor mais baixo obtido da avaliação dos itens no 1º nível, contabilizando ainda a contribuição de outros factores, estes verificados para cada piso.

Na Secção A.1.2 dos Anexos apresenta-se a metodologia de cálculo para cada item a verificar na seguinte Tabela.

Tabela III. 6 - Valores de G_I e de R_I

(Hirosawa, M. 1981)

NÍVEL DE AVAL.	ITEMS (Q_I)	G_I			R_I		APLICAÇÃO
		1,0	0,9	0,8	R_{1I}	R_{2I}	
1º e 2º	a) Regularidade	Regular (a_1)	Mediano (a_2)	Irregular (a_3)	1,0	0,5	Estes Itens são verificados, para 1 piso, este toma o valor do factor mais desfavorável, cujo é considerado igual em todos os pisos.
	b) Relação Compr./ Largura	$B \leq 5$	$5 < B \leq 8$	$B > 8$	0,5	0,25	
	c) Contracção em Planta	$0,8 \leq c$	$0,5 < c \leq 0,8$	$c < 0,5$	0,5	0,25	
	d) Saliência / expansão	$\frac{1}{100} \leq d$	$\frac{1}{200} \leq d < \frac{1}{100}$	$d < \frac{1}{200}$	0,5	0,25	
	e) Átrio ou pátio Interior	$R_{ap} = 0,1$	$0,1 < R_{ap} \ll 0,3$	$0,3 < R_{ap}$	0,5	0,25	
	f) Excentricidade do átrio ou pátio Interior	$f_1 = 0,4$ $f_2 = 0,1$	$f_1 \ll 0,4$ $0,1 < f_2 \ll 0,3$	$0,4 < f_1$ $0,3 < f_2$	0,3	0	
	g) Pisos Enterrados	$1,0 < R_{as}$	$0,5 < R_{as} < 1,0$	$R_{as} < 0,5$	1,0	1,0	
	h) Uniformidade da altura do Piso	$0,8 \ll R_h$	$0,7 \ll R_h < 0,8$	$R_h < 0,7$	0,5	0,25	
	j) Presença de pilotis ²	Não	Em todo o piso		0,5	0,25	
2º	i) Excentricidade entre C_g e C_r	$l \leq 0,1$	$0,1 < l \leq 0,15$	$0,15 < l$		1,0	Estes Itens são aplicados para cada piso
	j) Relação Peso/Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	$0,8 \leq m \leq 1,2$	$1,2 < m \leq 1,7$ $0,6 \leq m \leq 0,8$	$1,7 < m$ $m < 0,6$		1,0	

² Pilotis - Conjunto de colunas de sustentação do edificado que deixa livre o pavimento térreo

3.2.3.5. ÍNDICE SÍSMICO DE DETERIORAÇÃO ESTRUTURAL T

Este sub-índice depende de factores de degradação estrutural, entre os quais nomeadamente: fendilhação, deformação, envelhecimento, idade útil, ocorrência de incidentes e danos provocados pelo mesmo, entre outros. Para cálculo deste sub-índice, deverá ser reunida um conjunto de informação recolhida através de uma inspecção ao local.

▪ 1º Nível de Avaliação

No 1º Nível, de acordo com Hirosawa (1981) o sub-índice T é determinado com base na observação dos diferentes factores apresentados na Tabela III.7 e na Tabela III.8, assumindo o valor mais baixo de todas as constantes.

Tabela III. 7 - Tabela de sub-índice T

(Albuquerque, P. 2008)

<i>A VERIFICAR</i>	<i>INTENSIDADE</i>	<i>VALOR T</i>
	Inclinação do edifício devido a assentamento diferencial	0,7
<i>Deformação</i>	Edifício Construído sobre zona de aterro artificial	0,9
<i>Permanente</i>	Deformação visível de vigas ou pilares	0,9
	Não apresenta indícios de deformação	1
	Infiltração com visível corrosão das armaduras	0,8
<i>Fendas nas</i>	Fendas inclinadas observadas nos pilares	0,9
<i>Paredes ou</i>	Forte fendilhão nas paredes exteriores	0,9
<i>Pilares</i>	Infiltração sem aparente corrosão das armaduras	0,9
	Nenhum dos casos anteriores	1
<i>Incêndios</i>	Sofreu e não foi reparado	0,7
	Sofreu mas foi reparado	0,8
	Não sofreu	1
<i>Ocupação</i>	Armazena produtos químicos	0,8
	Não armazena produtos perigosos	1

Tabela III. 8 - Tabela de sub-índice T (Idade do Edifício e Estado dos Acabamentos)

(Albuquerque, P. 2008)

<i>A VERIFICAR</i>	<i>INTENSIDADE</i>	<i>VALOR T</i>
Período de Vida	Igual ou superior a 30 anos	0,8
	Igual ou superior a 20 anos	0,9
	Inferior a 19 Anos	1
Acabamentos	Danos significativos nas camadas externas do revestimento	0,9
	Danos significativos nas camadas internas do revestimento	0,9
	Sem problemas	1

▪ 2º Nível de Avaliação

No 2º Nível de avaliação o índice T é calculado através da seguinte expressão (Hirosawa, M. 1981):

$$T = (T_1 + T_2 + T_3 + \dots + T_N)/N \quad (12)$$

Sendo que para cada piso em avaliação T é dado por:

$$T_i = (1 - P_{si})(1 - P_{ti}) \quad (13)$$

Sabendo que:

T_i – índice T para número total de pisos;

N – Número do piso em avaliação;

P_{si} – Somatório dos pontos para i-pisos considerando fissuras e deformações estruturais;

P_{ti} – Somatório dos pontos para i-pisos considerando deterioração e inatividade.

($P_{ti}=0$, se este nível de investigação não se revelar como necessário);

No entanto, este sub-índice pode ser considerado nulo se este nível de investigação não se revelar como necessário;

Neste nível, o sub-índice, é em princípio analisado de acordo com as diversas matérias de observação. No entanto, o grau de fissuração, deterioração é avaliado minuciosamente através da análise detalhada dos materiais de acabamento recolhidos in locu.

O grau de severidade é apurado para cada piso e de acordo com Tabelas III.9 e III.10, conforme esta deverá ser identificada a que situação corresponde e o respectivo grau de severidade. Embora, sempre que exista um piso impossível de examinar, este poderá ser desprezado. Para validação destes dados devem ser testados e extraídos provetes dos materiais.

Tabela III. 9 - Itens a verificar no 2º Nível de Investigação, para Fissuras e Deformações Estrutural
(Hirosawa, M. 1981)

ITENS		FISSURAS E DEFORMAÇÕES ESTRUTURAIS		
		A	B	C
ELEMENTOS	<i>Grau</i>	1.Fissuras após determinação irregular;	1.Deformação das lajes e vigas interferir com elementos não estruturais;	1. Breve fissuras estruturais que não correspondem com a ou b;
	<i>Pontos</i>	2.Fissuras de corte inclinado ou fissuras inclinadas de vigas, paredes e colunas visíveis a olho nu	2.Fissuras de corte inclinado ou fissuras inclinadas de vigas, paredes e colunas visíveis a olho nu; 3. Fendas de flexão ou fissuras verticais das vigas e colunas visíveis a olho nu	2. Deformação das lajes e vigas interferir com elementos não estruturais;
LAJES	$N > 1/3$	0,017	0,005	0,001
	$1/3 > N > 1/9$	0,006	0,002	0
	$N < 1/9$	0,002	0,001	0
VIGAS	$N > 1/3$	0,050	0,015	0,004
	$1/3 > N > 1/9$	0,017	0,005	0,001
	$N < 1/9$	0,006	0,002	0
PAREDES E PILARES	$N > 1/3$	0,150	0,046	0,011
	$1/3 > N > 1/9$	0,050	0,015	0,004
	$N < 1/9$	0,017	0,005	0,001
Σ Pontos	Parcial			
	ΣP_i			

N – número total de pisos;

Tabela III. 10 - Itens a verificar no 2º Nível de Investigação, para Deterioração e Inatividade Estrutural
(Hirosawa, M. 1981)

<i>ITENS</i>		<i>DETERIORAÇÃO E INATIVIDADE ESTRUTURAL</i>		
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
ELEMENTOS	<i>Grau</i>	1. Fissuras provocadas pela expansão do betão e reforço 2. Corrosão pelo reforço 3. Deterioração do betão resultante de químicos e não só	1. Ferrugem resultante da infiltração de água 2. Neutralização do betão para o local de reforço; 3. Notável Separação de materiais de acabamento;	1. Manchas resultantes pelo vazamento de água ou produtos químicos 2. Breve separação de materiais de acabamento
	<i>Pontos</i>			
LAJES	$N > 1/3$	0,017	0,005	0,001
	$1/3 > N > 1/9$	0,006	0,002	0
	$N < 1/9$	0,002	0,001	0
VIGAS	$N > 1/3$	0,050	0,015	0,004
	$1/3 > N > 1/9$	0,017	0,005	0,001
	$N < 1/9$	0,006	0,002	0
PAREDES E PILARES	$N > 1/3$	0,150	0,046	0,011
	$1/3 > N > 1/9$	0,050	0,015	0,004
	$N < 1/9$	0,017	0,005	0,001
Σ Pontos	Parcial			
	ΣP_i			

▪ 3º Nível de Avaliação

No 3º Nível de avaliação, é considerado o mesmo valor obtido no 2º nível. Contudo, no caso em que índice é calculado utilizando o resultado da 1ª investigação, o índice T assume valor igual a um.

3.2.3.6. ÍNDICE DE SOLICITAÇÃO SÍSMICA I_{s0}

▪ Segundo Método Japonês

Este índice é determinado para todo o edifício, de acordo com a seguinte expressão:

$$I_{s0} = E_{s0} \times Z \times G \times U \quad (14)$$

Sabendo que:

E_{s0} - Sub-índice de solicitação sísmica da estrutura;

$ES=0,8$ para nível 1; $ES=0,6$ para nível 2 e 3

Z - Factor de sismicidade, cujo valor depende da actividade e da sismicidade local ($0,7 \leq Z \leq 1,0$);

G - Factor de modificação geotécnica, tendo em conta os efeitos de amplificação que podem ocorrer devido à interacção solo - estrutura e às condições topográficas e geotécnicas do local;

Com base nos estudos dos danos causados nos edifícios, provocados pelo sismo Tokachi-oki (1968) e Miyagichen-oki (1978), foram determinados valores de sub-indices E_{s0} .

▪ Adaptação do Índice ao Contexto Nacional

O método Japonês foi concebido com base em normas japonesas, é importante ressaltar que a aplicação deste método exige sempre a sua adaptação à região a considerar. Esta adaptação é indispensável, possibilita a abrangência de diferentes características e tipologias construtivas utilizadas consoante o zonamento do edifício em avaliação.

Este índice não só depende da capacidade resistentes dos elementos estruturais, como também é caracterizada pelas diferentes rigidezes que apresenta, através dos coeficientes de redução. Embora, de acordo com o referido anteriormente no ponto 4.3.6, as normas

japonesas estabeleçam valores para todos os sub-índices, estes poderão não se ajustar ao contexto nacional. Desta forma, com base no estudo desenvolvido por Albuquerque (1981) é possível determinar I_{S0} e I_S em função da regulamentação nacional em vigor. Dedução apresentada na Secção A.1.3, constante nos Anexos.

$$\Leftrightarrow V_{Rd,i} \geq V_{Sd,i} \quad (15)$$

Sendo que:

$V_{Rd,i}$ – Força de corte mobilizada pelo conjunto dos vários elementos estruturais;

$V_{Sd,i}$ – Força actuante mobilizada pelo conjunto dos vários elementos estruturais

▪ Adaptação do Índice ao Euro Código 8

No entanto, de acordo com Albuquerque (2008), face à falta de bibliografia que documente suficientemente os valores recomendados por Hirosawa (1981), poderá-se adaptar a expressão de I_{S0} , ajustando todos os factores que influenciam directamente a caracterização da acção sísmica, tendo em consideração as práticas construtivas correntes no contexto nacional, utilizando por base as premissas do Eurocódigo 8.

Assim sendo e de acordo com Albuquerque. 2008, o índice de solicitação sísmica pode ser obtido pela seguinte expressão:

$$I_{S0} = \frac{2,5 \times a_{gr} \times \gamma_1 \times S \times \lambda_{x1}}{g \times q} \quad (16)$$

Em que:

a_g - Valor de cálculo da aceleração à superfície de um terreno do tipo A. Corresponde ao produto entre o valor de referência da aceleração máxima à superfície de um terreno do tipo A (a_{gr}) e o coeficiente de importância da estrutura;

S – Coeficiente que traduz as condições geotécnicas locais;

γ_I – Coeficiente de importância do edifício face aos danos provocados pela acção sísmica;

g – Aceleração da gravidade, admitindo $9,8 \text{ m.s}^{-2}$

λ – Percentagem de massa mobilizada no primeiro modo de vibração;

q – Coeficiente de comportamento apresentado pela estrutura;

▪ **MÁXIMA ACELERAÇÃO - a_{gR}**

Com base no Anexo Nacional do EC8, o zonamento nacional e a quantificação de diversos parâmetros definidores da acção sísmica, tem como suporte a consulta do artigo publicado por Cansado Carvalho (2009).

O zonamento sísmico traduz a probabilidade de ocorrência sísmica naquele local, cujo é definido em termos da aceleração máxima de referência (a_{gR}) para um período de retorno de referência, admitindo estar em terreno rochoso (tipo A).

Tabela III. 11 – Aceleração máxima de referência para várias zonas sísmicas

(Anexo E.C 8, 2010)

<i>ACÇÃO SÍSMICA TIPO 1</i>		<i>ACÇÃO SÍSMICA TIPO 2</i>	
ZONA SÍSMICA	$a_{gR} [\text{M/S}^2]$	ZONA SÍSMICA	$a_{gR} [\text{M/S}^2]$
1.1	2,5	2.1	2,5
1.2	2,0	2.2	2,0
1.3	1,5	2.3	1,7
1.4	1,0	2.4	1,1
1.5	0,5	2.5	0,8
1.6	0,35	-	-

Para Portugal Continental, o Anexo do EC8 prevê que devem ser considerados dois tipos de cenários sísmicos, sismo afastado, cujo tem origem na interplaca e o sismo próximo, com origem na intraplaca, designados respectivamente por sismo do Tipo 1 e do Tipo 2.

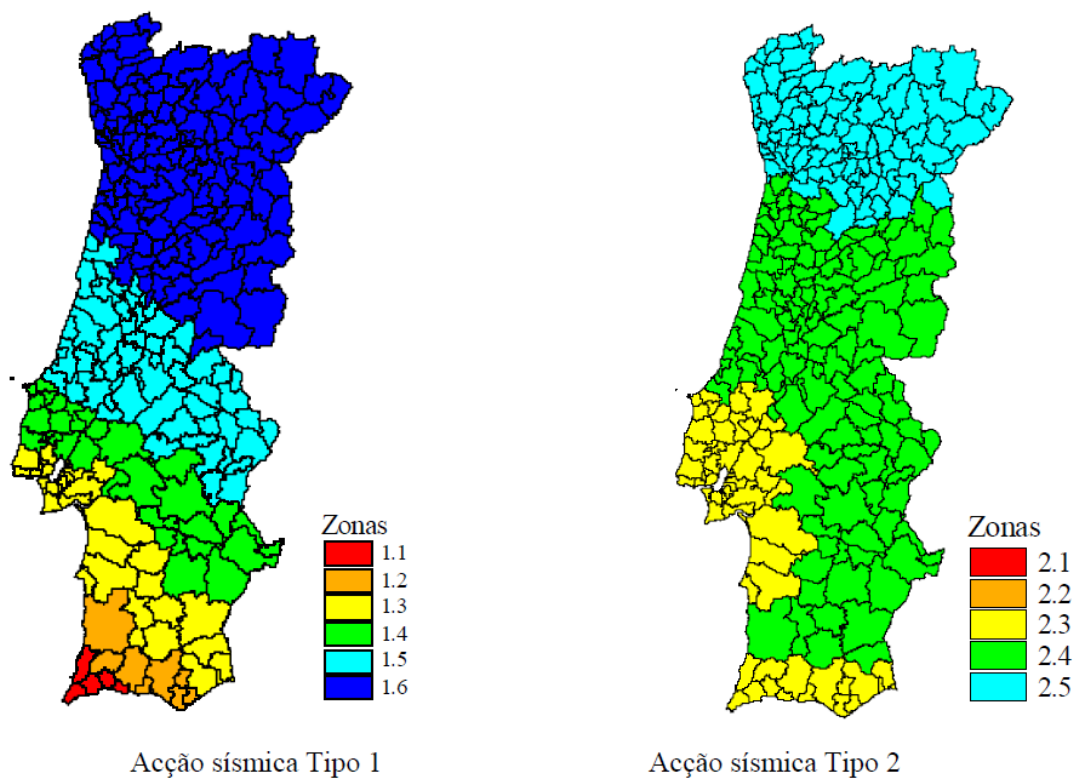


Figura III. 2 – Zonamento Sísmico do Continente

No caso da Madeira apenas é considerado o sismo Tipo 1, já nos Açores deverá ser considerado unicamente o Tipo 2. Para cada zonamento sísmica está associado um tipo de sismo diferente, conforme as Figuras que se seguem.

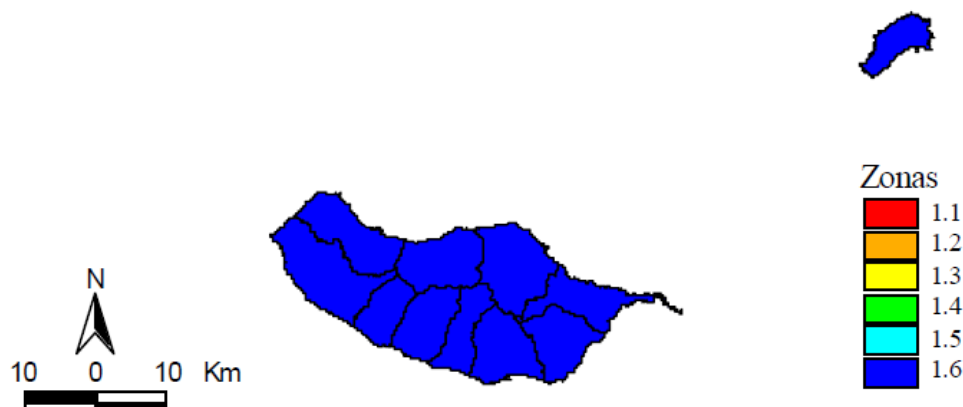


Figura III. 3 - Zonamento Sísmico da Ilha da Madeira

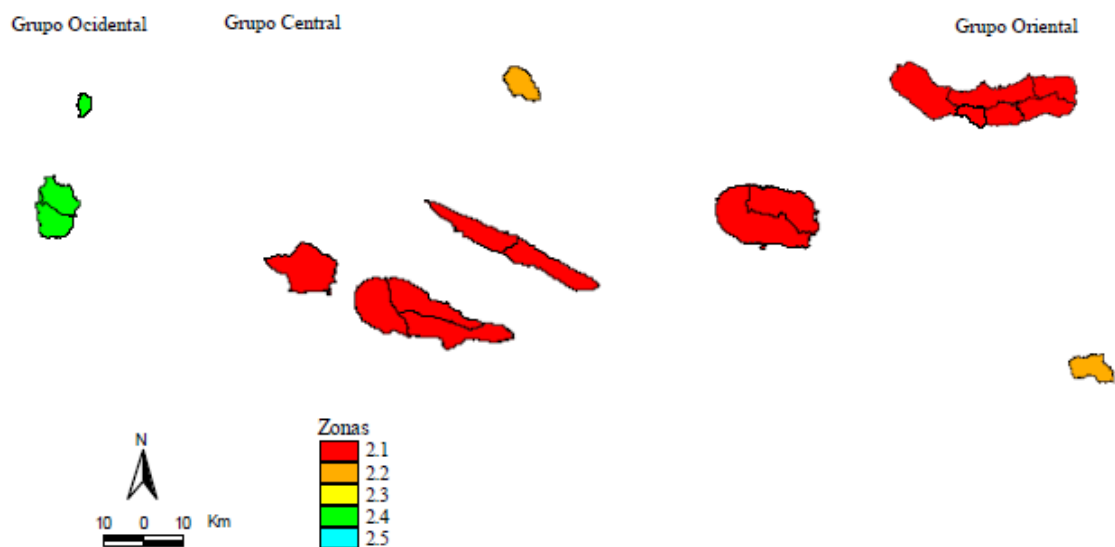


Figura III. 4 - Zonamento Sísmico das Ilhas dos Açores

▪ Coeficiente Condições Geotécnicas Locais S

O EC8 apresenta para sismos de diferente magnitude e origem, duas configurações espectrais: Para sismos do tipo 1, com magnitude superior a 5,5 e tipo 2 magnitude inferior a 5,5. São apresentados na Tabela que se segue, os valores prescritos dos parâmetros definidores da configuração espectral recomendados pelo Anexo Nacional.

Tabela III. 12 - Valores das Variáveis definidoras da configuração espectral da acção sísmica em Terrenos do Tipo A
(Anexo E.C 8, 2010)

VARIÁVEL	ANEXO NACIONAL		EUROCÓDIGO 8	
	<i>SISMO TIPO 1</i>	<i>SÍSMO TIPO 2</i>	<i>SISMO TIPO 1</i>	<i>SÍSMO TIPO 2</i>
S	1,0	1,0	1,0	1,0
$T_B(S)$	0,1	0,1	0,15	0,05
$T_C(S)$	0,6	0,25	0,4	0,25
$T_D(S)$	2,0	2,0	2,0	1,2

Pelo facto das características geotécnicas do terreno poderem induzir efeitos de amplificação da própria acção sísmica, o Anexo do EC8, classifica o terreno em 5 categorias, conforme apresentados na Secção A.1.4 dos Anexos.

De acordo com o E.C.8, em Portugal, para definição do espectro de resposta elásticos, o parâmetro S deve ser determinado através das seguintes:

- para $a_g \leq 1m/s^2 \Rightarrow S = S_{MAX}$ (17)
- para $1m/s^2 < a_g < 4m/s^2 \Rightarrow S = S_{MAX} - \frac{S_{MAX}-1}{3} \times (a_g - 1)$ (18)
- para $a_g \geq 4m/s^2 \Rightarrow S = 1$ (19)

Para valores do parâmetro S_{MAX} , deveram ser adoptados os que constam nas Tabelas A.1.1 e A.1.4, constantes nos Anexos, secção A.1.

▪ Coeficiente de Importância

Este coeficiente representa a importância da estrutura após um sismo, classificada conforme quadro 4.3 secção 4.2.5 do EC8. Este coeficiente afecta o valor da aceleração de pico no solo, parâmetro básico na determinação do espectro de resposta de acção sísmica, sendo aceleração de projecto dada por:

$$a_g = a_{gR} \times \gamma_1 \quad (20)$$

São recomendados valores para o coeficiente, em função do tipo de sismo e da importância de estrutura, conforme apresentado na Tabela que se segue:

Tabela III. 13 – Valores Recomendados para Coeficiente de Importância
(Anexo E.C 8, 2010)

CLASSE DE IMPORTÂNCIA	ANEXO NACIONAL			VALORES RECOMENDADOS EC8
	SISMO TIPO 1	SISMO TIPO 2		
	CONTINENTE / MADEIRA	PORTUGAL	AÇORES	
I	0,6	0,8	0,8	0,8
II	1,0	1,0	1,0	1,0
III	1,6	1,3	1,2	1,2
IV	2,1	1,6	1,4	1,4

É de notar que em ambos os casos, quer no Anexo Nacional, quer no Eurocódigo, que o coeficiente de importância toma valor unitário para edifícios correntes, enquanto que para edifícios do tipo agrícola e outros da mesma natureza, são recomendados valores para o coeficiente de importância mais baixos.

▪ Coeficiente de % de Massa mobilizada

Conforme apresentado no EC8 também é permitido a aplicação de um método simplificado de análise da acção sísmica, através da aplicação de forças ao nível de cada piso, cuja acção simula o efeito da acção sísmica. No entanto, este só poderá ser aplicado no caso de:

- Com períodos fundamentais de vibração T_1 , nas duas direcções principais:

$$T_1 \leq \begin{cases} 4 \times T_c \\ 2,0s \end{cases}$$

- Verifique os critérios de regularidade em altura, nomeadamente os seguintes:
 - Todos os sistemas de resistência às forças laterais, tais como núcleos, paredes resistentes e pórticos, devem desenvolver-se sem interrupção desde a fundação até

ao topo do edifício. No caso de existirem recuos e diferentes níveis, devendo ser contínuos até esses níveis;

- A rigidez lateral e distribuição de massas devem ser constantes ou apresentar uma redução pouco significativa em altura, sem alterações repentinas, desde a fundação até ao topo da estrutura;
- Em estruturas porticadas, o rácio entre a capacidade resistente do piso e aquela que é exigida pela análise não deve variar significativamente entre pisos adjacentes;
- No caso de existirem recuos em altura, deverão ser respeitadas as seguintes condições:

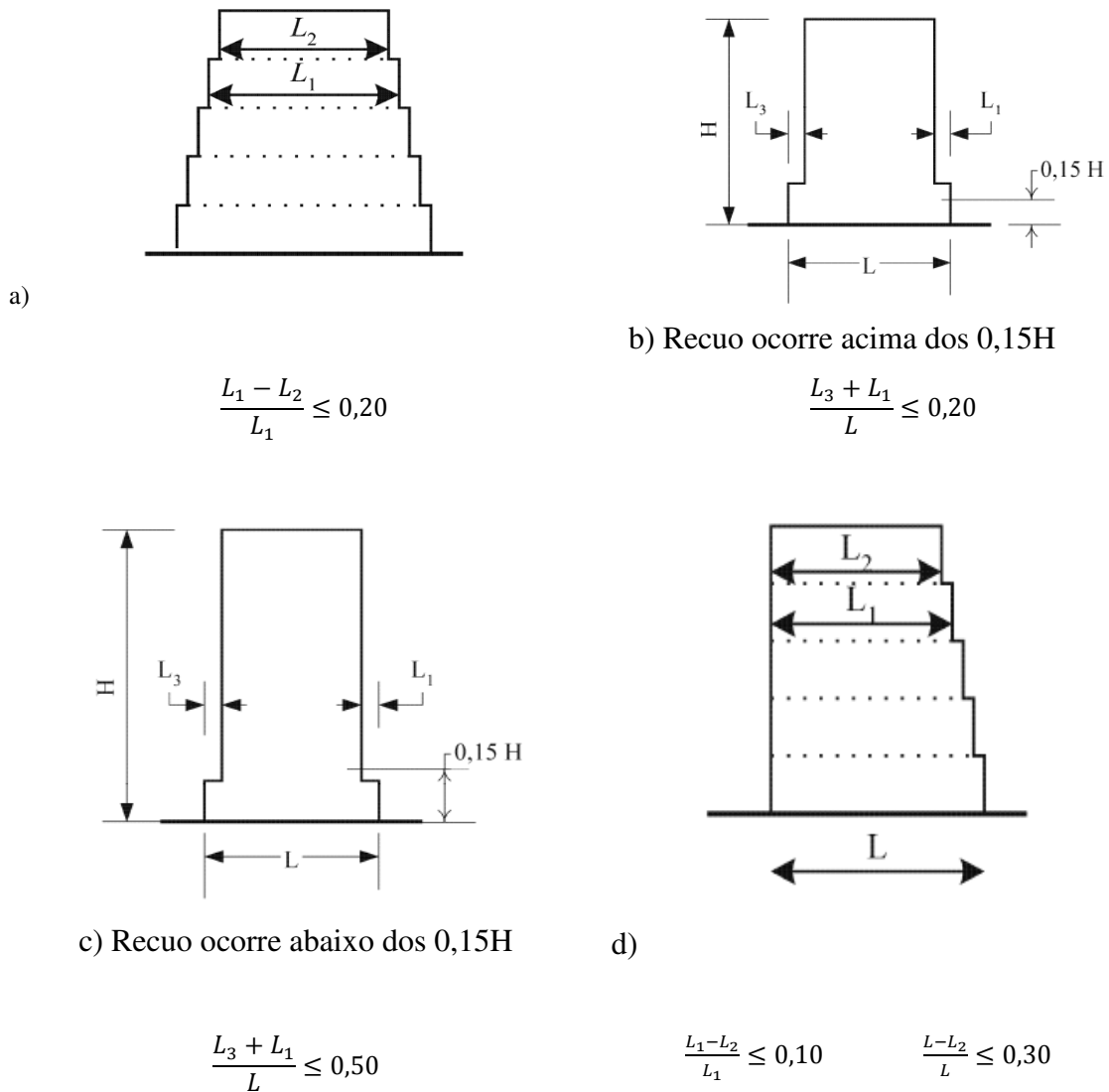


Figura III. 5 – Critérios de regularidade em altura de edifícios com recuos (E.C.8, 2010)

Conforme Eurocódigo 8, o coeficiente de percentagem de massa mobilizada é determinado em função de corte basal. Ora determinado por métodos simplificados, ora determinado de acordo com o Eurocódigo, as forças aplicadas ao nível de cada piso correspondem a uma fracção do corte basal, o qual dependem não só da distância do piso em avaliação à fundação como também da massa. O corte basal é dado pela seguinte expressão.

$$F_b = S_d(T_1) \times m \times \lambda \quad (21)$$

Em que:

F_b – Valor da aceleração dada pelo espectro para um Período T_1 ;

T_1 – Período fundamental de vibração do edifício na direcção em causa;

M – Massa total do Edifício acima da fundação;

λ – Factor de correcção, cujo valor é $\lambda = 0,85$ se $T_1 \leq 2.T_c$ e o edifício tem mais de dois andares; caso contrário $\lambda = 1$; Assim sendo, o λ toma o valor de 1 para edifícios com 2 e sempre, caso contrário λ é igual a 0,85, sendo que neste caso os critérios de regularidade têm de ser verificados.

▪ Coeficiente de Comportamento

Pretende-se com a introdução deste coeficiente, corrigir os efeitos da acção sísmica obtidos com base em uma análise elástica linear, e forma a transformá-los nos valores que se o teriam por uma análise não linear, considerando que a estrutura terá ductilidade mínima para o fazer.

Este coeficiente depende exclusivamente da capacidade da estrutura para dissipar a energia e do desempenho estrutural. De acordo com o EC8, são classificadas em 6 categorias de estruturas de edifícios correntes, conforme apresentado nos Anexos, secção A.1.4, Tabela A.1.4.

O coeficiente de comportamento (q) é dado pela seguinte expressão:

$$q = q_0 \times K_w \geq 1,5 \quad (22)$$

Sabendo que:

- q_0 – Valor de referência do coeficiente de comportamento que depende da classificação do sistema estrutural e da sua regularidade em altura (Consultar secção A.1.4, Tabela A.1.5);

- K_w – Factor que reflecte o modo de rotura condicionante em sistemas estruturais em pórtico ou misto com predominância dos pórticos, e assume valores entre 0,5 e 1,0 para sistemas estruturais de parede, mistos com predominância das paredes ou sensíveis aos esforços globais de torção. Essa variação está dependente da esbelteza apresentada pelas paredes, ou seja, o rácio entre h_w (altura) e l_w (comprimento) (Consultar secção A.1.4).

3.2.3.7. ÍNDICE SÍSMICO NÃO ESTRUTURAL, I_N

Segundo Hirosawa (1981), este índice avalia a segurança face aos prejuízos dos elementos não estruturais, considerando especialmente os danos provocados pela separação e queda de materiais de acabamento das paredes externas aquando da ocorrência de um sismo.

No 1º Nível de avaliação, o índice I_N é obtido através da seguinte expressão, sendo este calculado para cada piso:

$$I_N = 1 - B \times H \quad (23)$$

Em que:

- B – Sub-índice do tipo estrutural;
- H – Sub-índice de influência de grau;

▪ 1º Nível de Avaliação

• Sub-Índice do Tipo Estrutural, B

O sub-índice B , corresponde à maior dimensão da superfície da parede que mais rapidamente fica destruída e H a menor dimensão. Este é calculado através da seguinte fórmula:

$$B = f + (1 - f) \times t \quad (24)$$

Sendo:

f – Sub-índice de Flexibilidade;

t – Sub-índice do Estado Actual;

• Sub-Índice de Flexibilidade, f

O Sub-índice de Flexibilidade é calculado através Tabela III.14, considerando o grau de flexibilidade associado à estrutura (G_S) e o grau de flexibilidade correspondente a elementos não estruturais (G_N).

Tabela III. 14 – Sub-Índice de Flexibilidade (f)

(Hirosawa, 1981)

<i>Estrutura</i>		<i>Rígida</i> ← G_S → <i>Flexível</i>
Elementos não Estruturais		
Rígida	I	
↑ G_N ↓		
Fléxivel	II	

Tabela III. 15 – Grau de Flexibilidade da Estrutura (g_s)
(Hirosawa, 1981)



g_s		<i>Condição de Estrutura</i>
Rígida  Flexível	I	Capacidade de ductilidade baixa. Exemplo: Quando o edifício com muitas pilares curtos.
	II	Capacidade de ductilidade Alta. Exemplo: Quando o edifício com muitas paredes curtas.

Tabela III. 16 – Grau de Flexibilidade dos Elementos Não Estruturais
(Hirosawa, 1981)

g_N		<i>Condição de Estrutura</i>
Rígida  Flexível	I	Capacidade de baixa Deflexão. Exemplo: Blocos de Betão Armado, revestimento em pedra, cerâmico, reboco, etc.
	II	Capacidade de Alta Deflexão. Exemplo: Fachada em Chapa, Betão Armado face à vista, etc.

- *Sub-Índice do Estado Actual, t*

O Sub-índice t é obtido através da seguinte Tabela, de acordo com a probabilidade de ocorrência de problemas.

Tabela III. 17 – Sub-Índice de Estado actual, t
(Hirosawa, 1981)

<i>Ocorrência de Danos</i>	t
Existe ou é desconhecido	1,0
Não Existe	0,5

- *Sub-Índice do Grau de Influência, H*

Este sub-índice é obtido de acordo envolvente logo abaixo da superfície da parede e da existência de questões como a supressão de beirais, recuado e outros, conforme apresentado na Tabela III.18.

Tabela III. 18 – Sub-Índice de Grau de Influência, H
(Hirosawa, 1981)

<i>Ambiente</i>	<i>H</i>	
	Existe	Não Existe
Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)	1	0,3
Outros	0,5	0,1

- **2º Nível de Avaliação**

No 2º Nível de Avaliação, o Índice I_N é calculado através da seguinte expressão, para cada parede e para cada piso do Edifício em estudo:

$$I_N = \frac{\sum_j B_j \times W_j \times H_j \times L_j}{\sum_j L_j} \quad (25)$$

Em que:

B_j – Sub-índice do tipo estrutural;

W_j – Sub-índice da secção da superfície da Parede;

H_j – Sub-índice de Grau de Influência;

L_j – Unidade de comprimento da superfície da parede;

Nesta aplicação, a superfície da parede é dividida em segmentos (partes rectangulares) na direcção horizontal. O somatório corresponde ao somatório desses segmentos. Adicionalmente, no caso do segmento ser constituído por diferentes elementos estruturais, para representação da unidade deverá ser considerado o mais desfavorável, ou seja, o elemento que provavelmente é destruído mais cedo.

- *Sub-Índice do Tipo Estrutural, B*

O Índice B é obtido de acordo com a seguinte fórmula:

$$B = f + (1 - f) \times t \quad (26)$$

- *Sub-Índice de Flexibilidade, f*

O sub-índice de flexibilidade é obtido com base no grau de flexibilidade estrutural e flexibilidade dos elementos não estruturais.

Tabela III. 19 – Sub-Índice de Flexibilidade, f
(Hirosawa, 1981)

<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Elementos</div> <div style="margin-left: 10px;"> <i>Estrutura</i> <i>Não estruturais</i> </div> </div>		<i>Rígida</i>	<i>Flexível</i>	<i>G_s</i>		<i>Flexível</i>
		1	2	3	4	4
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Rígida</div> <div style="margin-left: 10px;"> <i>G_N</i> </div> </div>	1	0,3	0,8	0,9	1,0	
	2	0	0,3	0,8	0,9	
	3	0	0	0,3	0,8	
	4	0	0	0	0,3	

Tabela III. 20 – Grau de Flexibilidade Estrutural, G_S
(Hirosawa, 1981)

G_S	<i>Condição da estrutura</i>	<i>Sub-índice F</i>
Rígida	1 Capacidade de ductilidade é baixa. Por exemplo, 1 edifício com pilares é extremamente frágil.	0,8
	2 Capacidade de Ductilidade é bastante baixa. Por exemplo, o edifício com pilares ou paredes de corte praticamente determinam a capacidade de sísmica	1,0
Flexível	3 Capacidade de Ductilidade é bastante elevada. Por exemplo, o edifício com pilares ou paredes à flexão praticamente determinam a capacidade de sísmica	1,3
	4 Capacidade de Ductilidade é elevada. Por exemplo, a construção de muros de flexão, que praticamente determinam a capacidade sísmica e que são especialmente dúcteis	3,0

Tabela III. 21 – Grau de Flexibilidade em Elementos Não Estruturais, G_N
(Hirosawa, 1981)

G_N	<i>Elementos Não Estruturais</i>		
Rígida	1	Capacidade de Deflexão é baixa	
		Blocos de Betão	Zona Fixa da Janela
	2	Capacidade de Deflexão é bastante baixa	
		Zona Fixa da Janela	Reboco e Cerâmico
Flexível	3	Capacidade de Ductilidade é bastante elevada. Exemplo: Paredes Monolíticos colocadas “in situ” (Elementos Pré-fabricados)	
		Chapa	Faixa Amovível
	4	São aqueles elementos que facilmente se separam ou caem:	
		Paredes Monolíticas	Sem aberturas

- *Sub-índice de Estado Actual, t*

O sub-índice t , é obtido de acordo com a seguinte Tabela. Em concordância com a combinação entre g_H e g_Y . g_H e g_Y , os quais correspondem respectivamente ao grau dos danos provocados pelos elementos não estruturais e pelo grau de anos que passaram.

Tabela III. 22 – Sub-índice de Condição Actual, t

(Hirosawa, 1981)

<i>Anos que passaram e O Grau g_Y</i> <i>Historial de Danos Sofridos e Grau, g_H</i>		1 <i>Menos de 3 Anos</i>	2 <i>Entre 3 a 10 anos</i>	3 <i>Mais do que 10 anos</i>
1	O Edifício sofreu danos, mas não foi reparada	1,0	1,0	1,0
2	É desconhecida a existência do Edifício ter sofrido danos	0,2	0,3	0,5
3	O Edifício não sofreu qualquer tipo de danos ou foi reparado integralmente	0	0,2	0,3

- *Sub-índice da Secção da Superfície da Parede, W*

O índice W é determinado através da seguinte expressão:

$$W = a + b \frac{h_j}{h_s} \quad (27)$$

Em que:

a – toma valor igual a 0,5;

b – toma valor igual a 0,5;

h_j – Altura correspondente ao tipo estrutural;

h_s – altura, toma valor igual a 3,5m;

- *Sub-índice de Grau de Influência, H*

O sub-índice H é obtido de acordo com a Equação (28), utilizando o sub-índice ambiental e sub-índice correspondente a quedas.

$$H = \sum_K e_K \times c_K \quad (28)$$

Na aplicação da Eq. (28), e_K e c_K são determinados a partir de todas as superfícies horizontais, as quais se encontram enquadrados no ângulo de influência (o ângulo entre a superfície da parede e o plano inclinado, com inclinação de $\frac{1}{2}$ a partir do topo da parede, sendo estes considerados acima).

No entanto, no caso dos sub-índices e_K e c_K serem mais do que 2 em 1 superfície horizontal, usando o valor mais alto dessa superfície.

- *Sub-índice Ambiental, e*

O sub-índice ambiental (e) é obtido através da Tabela, em concordância com o ambiente (a possibilidade de estarem lá pessoas), de sofrer um dano directamente à superfície da parede.

Tabela III. 23 – Sub-índice Ambiental, e
(Hirosawa, 1981)

<i>Tipo de Ambiente</i>	<i>Sub-índice e</i>
Rua Publica,	1,0
Rua Privada, Estrada Local, Corredor, Praça Pública, Varanda	0,7
Espaço Aberto ao Público, Jardins	0,2
Espaços Abertos onde as pessoas não podem ter acesso, edifícios adjacentes	0

- *Sub-índice de Detenção de Quedas, c*

O sub-índice c é obtido em função da existência de supressões, tais como beirais, recuos e assim por diante ou quaisquer outras condições.

Tabela III. 24 – Sub-índice de Detenção de Quedas, c
(Hirosawa, 1981)

<i>Condições de Supressão</i>	<i>Sub-índice c</i>
O caso de que ângulo a influência está inteiramente interceptar por beirados, retroceder e assim por diante	0
A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente interceptar o ângulo de influência	0
A superfície horizontal no piso térreo é a mesma que a das paredes consideradas	0,5
Outros	1,0

▪ 3º Nível de Avaliação

No 3º Nível de avaliação, o sub-índice do tipo estrutural é obtido de forma mais detalhada, é realizada uma análise mais pormenorizada do estado actual da estrutura, considerando para o efeito: estado da construção, grau de estabilização, assim como outros. Pois estes factores influenciam a capacidade de flexão estrutural.

Com base nesta resultante é aplicado e determinado da mesma forma do que o 2º Nível de Avaliação.

4. APLICAÇÃO DO MÉTODO JAPONÊS

Neste capítulo é avaliada a vulnerabilidade sísmica de três casos, inseridos no enquadramento nacional, com base na aplicabilidade do modelo numérico desenvolvido com base no Método Japonês.

4.1. CALIBRAÇÃO DE FOLHA

Como linha orientadora para atingir o objectivo da presente Tese, pretende-se aplicar o Método Japonês para verificação dos índices de vulnerabilidade sísmica, através de um cálculo simplificado.

Não descurando daquilo que são os aspectos regulamentares actuais e a contextualização nacional, procedeu-se ao desenvolvimento de uma folha de cálculo, para aplicação da metodologia do método Japonês. Com recurso ao trabalho desenvolvido por Albuquerque, P. (2008), procedeu-se à calibração do modelo através da aplicação do Corpo 22 do Hospital Santa Maria.

Com a introdução dos dados, conforme Tabela IV.1, determinou-se o peso dos pisos.

Tabela IV. 1 – Peso do Piso

PISO	DIMENSÕES EM PLANTA		ÁREA DO PISO [m²]	MASSA DO PISO [Ton]	PESO DO PISO W_i [KN]	ΣW_i [KN]
	a [m]	c [m]				
1	12,65	28,91	365,71	545,80	5354,30	45975,10
2	12,65	28,91	365,71	599,42	5880,30	40620,80
3	12,65	28,91	365,71	666,00	6533,50	34740,50
4	12,65	28,91	365,71	600,68	5892,70	28207,00
5	12,65	28,91	365,71	572,08	5612,10	22314,30
6	8,34	28,91	241,11	432,87	4246,50	16702,20
7	8,34	28,91	241,11	432,87	4246,50	12455,70
8	8,34	28,91	241,11	432,87	4246,50	8209,20
9	8,34	28,91	241,11	403,94	3962,70	3962,70

Obtidos os coeficientes de resistência para os diversos elementos estruturais, determinou-se o índice sísmico básico de comportamento estrutural para o 1º Nível de Avaliação.

Tabela IV. 2 – Cálculo do Índice sísmico básico de comportamento estrutural

<i>PISO</i>	ϕ	C_{sc}	C_c	C_{mar}	F	E_0
1	1,00	0,00	0,280	0,33	1	0,526
2	0,89	0,00	0,230	0,36	1	0,464
3	0,79	0,00	0,160	0,38	1	0,389
4	0,69	0,00	0,160	0,47	1	0,402
5	0,61	0,00	0,190	0,6	1	0,447
6	0,54	0,00	0,190	0,55	1	0,369
7	0,49	0,00	0,220	0,74	1	0,438
8	0,45	0,00	0,250	1,13	1	0,587
9	0,42	0,00	0,450	2,33	1	1,111

No entanto, ao contrário da metodologia de cálculo do método japonês, em que o coeficiente de modificação ao corte ϕ é calculado através do rácio entre a adição de uma unidade ao número de pisos e o somatório do número de pisos e o número do piso em avaliação $\left(\phi = \frac{n+1}{n+i}\right)$, neste caso, o valor do coeficiente é obtido através da razão entre o rácio da força de corte ao nível do piso em avaliação e o peso do edifício acima do nível do piso em avaliação, e o rácio do corte basal e o peso do edifício.

$$\phi = \frac{V_i/W_i}{V_1/W_1} \quad (29)$$

Contudo, se ϕ for calculado de acordo com Método Japonês, verifica-se que entre os valores do coeficiente existe um desvio na ordem dos 0,02 e os 0,14, sendo proporcional à medida que se sobe mais 1 piso de avaliação.

Verifica-se como tal, que o cálculo do coeficiente de modificação é mais rigoroso se for obtido com base na distribuição de massas e alturas dos pisos. Pois independentemente do

sistema estrutural e da distribuição das massas, o valor do coeficiente é sempre igual para o mesmo piso.

O mesmo acontece com o sub-índice de resistência das paredes, o qual é calculado não pelo método japonês, mas com base na publicação da PAHO (2000):

$$C_{mar} = \frac{0,6 \times 0,85 \times \tau_0 \times A_{mar}}{\Sigma W} \quad (30)$$

De acordo com as considerações feitas por Albuquerque, ambos os Coeficientes, quer o de influência de irregularidade quer o de Deterioração, para efeitos de cálculo assumem valores unitários, obtendo-se assim o Índice de Desempenho Sísmico (I_s) conforme discriminado de seguida.

Tabela IV. 3 – Verificação da segurança sísmica

PISO	E_0	S_D	T	I_s	I_{s0}	VERIFICAÇÃO SEG. À ACÇÃO SÍSMICA
1	0,526			0,526		Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
2	0,464			0,464		Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
3	0,389			0,389		Não verifica a segurança à acção sísmica
4	0,402			0,402		Não verifica a segurança à acção sísmica
5	0,447	1,00	1,00	0,447	0,458	Não verifica a segurança à acção sísmica
6	0,369			0,369		Não verifica a segurança à acção sísmica
7	0,438			0,438		Não verifica a segurança à acção sísmica
8	0,587			0,587		Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
9	1,111			1,111		Segurança do Piso Verificada à acção sísmica

Do ponto de vista sísmico, por comparação dos dois índices, calculados para cada piso do edifício, verifica-se que a partir do 3º Piso até ao 7º Piso, o edifício é vulnerável.

Pelo facto de Albuquerque (2008) ter considerado para o cálculo da vulnerabilidade sísmica várias abordagens, complementares à metodologia do Método Japonês, não se procedeu ao cálculo dos diferentes níveis de avaliação do método para calibração da folha.

Não obstante destas condicionantes, e pelo facto de constituir parte do objectivo do presente trabalho, desenvolveu-se a folha para os subsequentes níveis em função do estudo desenvolvido por Hirosawa (1981).

Esta metodologia está subdividida em três níveis, o primeiro destina-se à avaliação preliminar do edifício através da realização de um simples cálculo, o 3º corresponde a uma avaliação mais detalhada incidente sobre os resultados obtidos no 2º nível de avaliação, o qual é impreterivelmente necessário se obtiverem resultados pouco satisfatórios.

Assim sendo, face às limitações existentes e ao grau de informação exigido para cálculo do índice de solicitação sísmica no 3º nível, a folha de cálculo apenas aborda 2 níveis de avaliação, razão pela qual também não se realizou ensaios e prospecções geotécnicas “in situ”. Desta forma, todos os valores dos índices directamente correlacionados quer com características intrínsecas do solo, quer com o estado dos materiais, foram adoptados.

Embora tenha havido a necessidade de se ajustar o modelo ao princípio do método japonês, os resultados obtidos serviram como ponto de partida, tendo sido estudados e determinados os índices de vulnerabilidade sísmica para outros edifícios, conforme discriminados de seguida.

No entanto, é de focar que a utilização do modelo implica uma análise preliminar das características dos edifícios. Esta análise tem como objectivo verificar se o edifício se adequa e encaixa na metodologia de cálculo do método Japonês, de forma a atingir os objectivos desejados e se alcançar valores mais consistentes.

4.2. CASO DE ESTUDO 1 – EDIFÍCIO ERMESINDE

Um dos Edifícios em questão, corresponde a um bloco pertencente a um empreendimento Habitacional, localizado no Distrito de Porto, em Ermesinde.

O edifício é constituído por 7 Andares (R/C + 6) acima do solo e 1 Piso enterrado – destinado a estacionamento (Cave), com um pé-direito variável, 2,50 na Cave, 2,60 no R/C, os restantes com 2,5m de altura. O edifício é constituído por 24 Apartamentos: 2un tipologia T1, 20un tipologia T2 e 2un tipologia T3 Duplexes.



Figura IV. 1 - Estudo de Caso 1 “Edifício Habitacional Ermesinde”

Embora o edifício em planta apresente uma geometria rectangular, assimétrica segundo o eixo dos Yy's ao nível do R/C, a área de saliências é inferior a 10% da área total em planta em todos os pisos, assim sendo, em termos geométricos classifica-se como regular.

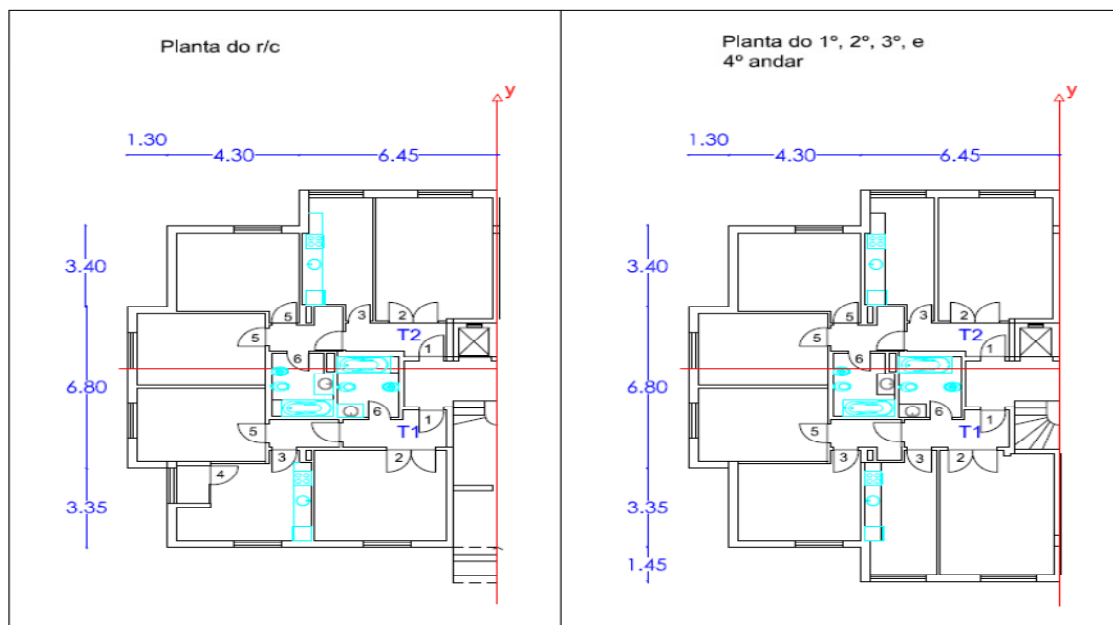


Figura IV. 2 – Geometria em Planta Piso R/C e Piso dos Andares

4.2.1. DESCRIÇÃO ESTRUTURAL

Sob ponto de vista estrutural, o Edifício em estudo apresenta um sistema típico, estrutura do tipo pórtico, constituído por pilares e vigas em betão armado, por Lajes aligeiradas e paredes resistentes em alvenaria.

Assim como os pilares, as vigas têm dimensões variáveis, sustentam lajes aligeiradas com espessura constante igual a 0,30m desde o R/C ao 6º piso, variando de 0,25m no piso dos duplexes, reduzindo para os 0,20m de espessura na cobertura. A estrutura básica do edifício é constituída por elementos periféricos de alvenaria simples de tijolo com espessura de 30cm, as compartimentações interiores são garantidas através de paredes de alvenaria e o fosso do elevador é constituído por paredes em betão armado.

Neste tipo de sistema estrutural, a resistência sísmica é assegurada pelo funcionamento em flexão das vigas e dos pilares, embora o efeito diafragma das lajes de piso aquando da transmissão das forças de inércia entre os elementos verticais seja importante.

Neste caso não existe a necessidade de se verificar qual é o grau de influência da rigidez da laje, pois para verificação do método japonês só os elementos verticais, tais como pilares e paredes de betão, desde e quando existam, é que são alvo de verificação. Neste caso, embora a estrutura seja assimétrica segundo uma das direcções, os elementos resistentes estão uniformemente distribuídos.

De acordo com peças desenhadas, estava prevista a aplicação de aço do tipo A400 e betão classe C20/25. Conforme o Eurocódigo devem ser considerados respectivamente, para valores de cálculo de tensão do Aço 348MPa e para valores de cálculo da Tensão de Rotura do Betão à Compressão 13,3MPa.

4.2.2. CÁLCULO DA VULNERABILIDADE SÍSMICA

De acordo com a metodologia de cálculo do método japonês, os elementos estruturais verticais, são apenas considerados um de 3 dos tipos, conforme apresentado na Tabela III.3: pilares curtos, pilares em betão armado e paredes em betão armado. Além do peso conferido pelos elementos verticais, é necessário considerar o efeito dos pisos, o cálculo da carga permanente e da sobrecarga para obtenção da combinação quase permanente.

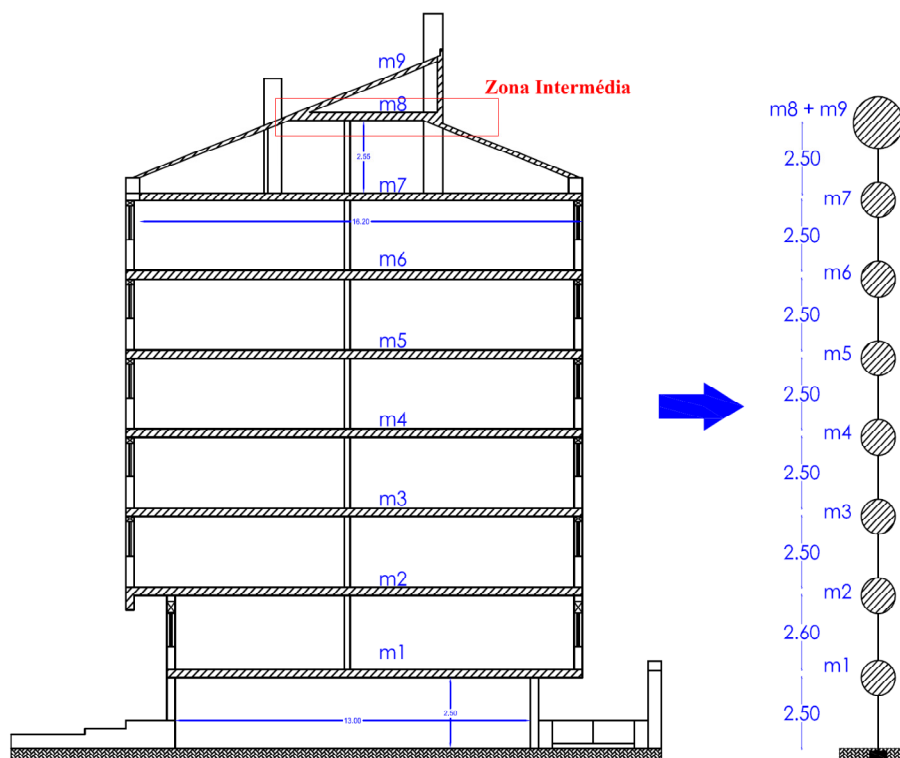
Segundo o Eurocódigo, a combinação quase permanente é obtida através do somatório do peso próprio da laje, do peso conferido pelo revestimento e pelas divisórias e Sobrecarga.

O peso do piso é determinado através do produto da combinação quase permanente das acções e a área do piso em planta. Na Tabela que se segue apresentam-se os valores considerados para cada uma das componentes, para os pisos em avaliação:

Tabela IV. 4 – Valores das Componentes de carga da combinação quase permanente

<i>PISO</i>	<i>TIPO DE LAJE</i>	<i>ESP. LAJE</i>	<i>PESO PRÓPRIO DA LAJE</i>	<i>REVEST. + DIVIS.</i>
		[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
1	Laje Aligeirada	0,25	3,93	2,50000
2	Laje Aligeirada	0,25	3,93	2,50000
3	Laje Aligeirada	0,25	3,93	2,50000
4	Laje Aligeirada	0,25	3,93	2,50000
5	Laje Aligeirada	0,25	3,93	2,50000
6	Laje Aligeirada	0,25	3,93	2,50000
7	Laje Aligeirada	0,25	3,93	2,50000
8	Laje Aligeirada	0,20	6,33	1,00000

Conforme Figura IV.3, embora o edifício seja constituído por 7 pisos e disponha de 7 graus de liberdade, para o cálculo da massa foram considerados 8 modos de vibração.

**Figura IV. 3** – Pormenor Edifício

Apesar da cobertura não ser acessível, o somatório do peso próprio desta laje e da laje da zona intermédia foi ponderado como mais um modo de liberdade. Por essa razão, é que o peso próprio do piso 8, é superior aos restantes.

A massa e o peso da estrutura associados a cada piso, foram determinados de forma detalhada, conforme valores apresentados de seguida.

Tabela IV. 5 – Cálculo do Peso do Piso

<i>PISO</i>	<i>CARGA PER.</i>	<i>SOB.</i>	<i>COMB. QUASE PERM.</i>	<i>ÁREA DO PISO</i>	<i>MASSA DO PISO</i>	<i>PESO DO PISO W_i</i>	<i>ΣW_i</i>
	<i>[kN/m²]</i>	<i>[kN/m²]</i>	<i>[kN/m²]</i>	<i>[m²]</i>	<i>[Ton]</i>	<i>[kN]</i>	<i>[kN]</i>
1	6,43	2,00	7,030	320,79	229,88	2255,15	17844,73
2	6,43	2,00	7,030	340,14	243,75	2391,18	15589,57
3	6,43	2,00	7,030	340,14	243,75	2391,18	13198,39
4	6,43	2,00	7,030	340,14	243,75	2391,18	10807,21
5	6,43	2,00	7,030	340,14	243,75	2391,18	8416,02
6	6,43	2,00	7,030	340,14	243,75	2391,18	6024,84
7	6,43	2,00	7,030	340,14	243,75	2391,18	3633,65
8	7,33	1,00	7,630	162,84	126,65	1242,47	1242,47

Verifica-se que a redução da secção do edifício em planta no último piso, é responsável pelo decréscimo da massa e consequentemente do peso nesse mesmo piso.

Para o cálculo de E_0 é importante determinar com precisão os sub-índice de resistência dos elementos estruturais, obtidos para os diferentes elementos verticais, segundo as duas direcções.

Assim sendo, recorrendo às expressões do Método Japonês, o cálculo do coeficiente de resistência dos pilares e paredes de betão Armado é calculado segundo as duas direcções e obtido conforme se segue:

- Direcção Longitudinal e Transversal (X e Y)

Coeficiente de Resistência de Pilares:

Pilar P1 – 0,30x0,30m

Coeficiente de Redução da resistência do betão: C20/25 $\Rightarrow f_{cd} = 13,30\text{MPa}$

$$\text{Então: } \beta_c = 13,30 / 20,0 = 0,665$$

Classificação do Pilar: $h_0/D = 2,50/0,30 = 8,333 > 6 \Rightarrow$ Pilar do Tipo C2 $\Rightarrow \tau_c = 0,7\text{MPa}$

$$\text{Então: } C_c = \frac{700 \times (0,30 \times 0,30)}{17844,73} \times 0,665$$

$$\Leftrightarrow C_c = 0,002348$$

Coeficiente de Resistência de Paredes:

Parede P.I.5 – 1,80 x 0,20m

Coeficiente de Redução da resistência do betão: C20/25 $\Rightarrow f_{cd} = 13,30\text{MPa}$

$$\text{Então: } \beta_c = 13,30 / 20,0 = 0,665$$

Classificação da Paredes: Parede sem Pilares nas extremidades $\Rightarrow \tau_w = 1\text{MPa}$

$$\text{Então: } C_{w1} = \frac{1000 \times (1,80 \times 0,20)}{17844,73} \times 0,665$$

$$\Leftrightarrow C_{w1} = 0,0134$$

Neste caso, verifica-se que os coeficientes de resistência são iguais nas duas direcções, uma vez que as dimensões de ambos os elementos são iguais quer segundo x quer segundo y.

Caso não existam elementos ou informações suficientes sobre o Betão aplicado, o Método Japonês, parametriza valores que a variável τ pode assumir. Porém, salienta-se que o cálculo dos coeficientes de resistência, deverá ser efectuada com base nos valores médios e característicos da tensão de rotura do betão³, pelo facto de se obterem resultados mais precisos.

4.2.2.1. CÁLCULO DO ÍNDICE DE DESEMPENHO SÍSMICO I_S

▪ 1º Nível de Avaliação

Para obtenção dos sub-índices de irregularidade e deterioração foram verificados e avaliados alguns itens, entre os quais, nomeadamente: Deformações dos elementos estruturais, Tipo de ocupação, período de vida do edifício, a existência de incêndios, entre outros.

Após primeira análise, verificou-se que ambos os índices tomam valor igual para todos os pisos, o sub-índice de regularidade assume o valor de 0,8957, resultante do produto da variável q e o sub-índice de deterioração assume o menor valor dos valores dos itens verificados no local, correspondente a 0,90, resultando do produto destes três índices, o índice de desempenho sísmico.

Uma vez que Sub-índice Sísmico de movimento do solo (G) é igual a 1, conforme já referido o sub-índice S_D e T assumem valores menores à unidade, verifica-se que I_S depende somente de E_0 .

Conforme metodologia de cálculo, o Sub-índice Sísmico Básico de Comportamento Estrutural, no 1º nível de avaliação é calculado para um único modo de rotura, condicionada pelos elementos mais frágeis restringida por pilares curtos.

³ Consultar Quadro II constante no Artigo 16º, do Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado

Tabela IV. 6 – Cálculo de I_s para o 1º Nível, em Xx's

<i>PISO</i>	φ	C_{sc}	C_c	C_{mar}	F	E_0	S_D	T	I_s
1	1,0000	0	0,0955	0,0619	1	0,1287			0,1037
2	0,8889	0	0,1039	0,0708	1	0,1276			0,1029
3	0,8000	0	0,1227	0,0836	1	0,1356			0,1093
4	0,7273	0	0,1285	0,1021	1	0,1397	0,8957	0,90	0,1126
5	0,6667	0	0,1650	0,1312	1	0,1644			0,1326
6	0,6154	0	0,2497	0,1832	1	0,2203			0,1776
7	0,5714	0	0,4140	0,3038	1	0,3392			0,2734
8	0,5333	0	0,8478	0,0000	1	0,3165			0,2551

Pelo facto, de se verificar que não existe nenhum elemento classificado como pilar curto, o coeficiente de resistência é igual a zero, observa-se que a rotura neste caso não é condicionada pelos elementos mais frágeis, mas sim pelos elementos menos frágeis.

Verifica-se que o Índice de Desempenho Sísmico é maior segundo a Direcção Longitudinal (eixo dos Xx's). Esta diferença resulta do contributo de dois factores: por um lado o desenvolvimento da secção transversal dos pilares segundo esta direcção e por outro o aumento proporcional do coeficiente de resistência à medida que se eleva mais um modo de vibração.

Tabela IV. 7 - Cálculo de I_s para o 1º Nível, em Yy's

<i>PISO</i>	φ	C_{sc}	C_c	C_{mar}	F	E_0	S_D	T	I_s
1	1,0000	0	0,0767	0,0619	1	0,1155			0,0931
2	0,8889	0	0,0979	0,0708	1	0,1239			0,0999
3	0,8000	0	0,1093	0,0836	1	0,1281			0,1033
4	0,7273	0	0,1309	0,1021	1	0,1409	0,8957	0,90	0,1136
5	0,6667	0	0,1516	0,1312	1	0,1582			0,1275
6	0,6154	0	0,2395	0,1832	1	0,2159			0,1741
7	0,5714	0	0,3382	0,3038	1	0,3089			0,2490
8	0,5333	0	0,6744	0,0000	1	0,2518			0,2030

▪ 2º Nível de Avaliação

No segundo nível, para determinação de E_0 é considerada a rotura restringida pelos elementos mais frágeis e dúcteis, assumindo portanto o valor mais desfavorável, o valor mais elevado obtido entre os diferentes tipos de rotura.

Tabela IV. 8 - Cálculo de E_0 para o 2º Nível, em Xx's

PISO	φ	C_{sc}	C_c	C_{mar}	F	E_1	E_2	E_3	1º - E_{01}	2º - E_{02}	E_0
1	1,0000	0,0000	0,0955	0,0619	1,0000	0,0000	0,0955	0,0619	0,1287	0,0955	0,1287
2	0,8889	0,0000	0,1039	0,0708	1,0000	0,0000	0,1039	0,0708	0,1276	0,0924	0,1276
3	0,8000	0,0000	0,1227	0,0836	1,0000	0,0000	0,1227	0,0836	0,1356	0,0982	0,1356
4	0,7273	0,0000	0,1285	0,1021	1,0000	0,0000	0,1285	0,1021	0,1397	0,0934	0,1397
5	0,6667	0,0000	0,1650	0,1312	1,0000	0,0000	0,1650	0,1312	0,1644	0,1100	0,1644
6	0,6154	0,0000	0,2497	0,1832	1,0000	0,0000	0,2497	0,1832	0,2203	0,1536	0,2203
7	0,5714	0,0000	0,4140	0,3038	1,0000	0,0000	0,4140	0,3038	0,3392	0,2366	0,3392
8	0,5333	0,0000	0,8478	0,0000	1,0000	0,0000	0,8478	0,0000	0,3165	0,4522	0,4522

No entanto, conforme já referido, o coeficiente de resistência dos pilares curtos é igual a zero, neste caso a rotura nunca é condicionada pelos elementos mais frágeis, sendo determinado sim para elementos menos frágeis (E_{01}) e dúcteis (E_{02}).

No 2º Nível de avaliação, no caso de não existir pilares nas extremidades das parede de betão, o sub-índice E_0 é obtido através do produto entre coeficiente de modificação ao corte e a raiz quadrada dos sub-índices básicos de desempenho correspondentes a cada elemento estrutural. Caso contrário este é determinado de acordo com a expressão (2).

Neste nível, o cálculo dos índices S_D e T , é mais complexo, o indicador de deterioração avalia minuciosamente o grau de fissuração e deterioração, sendo este obtido pelo somatório de $T_{i=1,2,...,n}$. No entanto, o valor do índice de influência das irregularidades (S_D),

neste nível não assume valor igual para todos os pisos, embora o valor obtido a partir dos itens verificados no 1º nível seja considerado, contribuindo para o cálculo deste no 2º nível.

Portanto, com a introdução de mais dois itens, designadamente: Excentricidade entre C_g e C_r e Relação Rigidez/Peso⁴ de um piso para o piso imediatamente acima, cujos são verificados por piso, são obtidos diferentes resultados por piso para este índice.

Tabela IV. 9 - Cálculo de E_0 para o 2º Nível, em Yy's

<i>PISO</i>	ϕ	C_{sc}	C_c	C_{mar}	F	E_1	E_2	E_3	$1^\circ - E_{01}$	$2^\circ - E_{02}$	E_0
1	1,0000	0,0000	0,0767	0,0619	1,0000	0,0000	0,0767	0,0619	0,1155	0,0767	0,1155
2	0,8889	0,0000	0,0979	0,0708	1,0000	0,0000	0,0979	0,0708	0,1239	0,0871	0,1239
3	0,8000	0,0000	0,1093	0,0836	1,0000	0,0000	0,1093	0,0836	0,1281	0,0875	0,1281
4	0,7273	0,0000	0,1309	0,1021	1,0000	0,0000	0,1309	0,1021	0,1409	0,0952	0,1409
5	0,6667	0,0000	0,1516	0,1312	1,0000	0,0000	0,1516	0,1312	0,1582	0,1010	0,1582
6	0,6154	0,0000	0,2395	0,1832	1,0000	0,0000	0,2395	0,1832	0,2159	0,1474	0,2159
7	0,5714	0,0000	0,3382	0,3038	1,0000	0,0000	0,3382	0,3038	0,3089	0,1933	0,3089
8	0,5333	0,0000	0,6744	0,0000	1,0000	0,0000	0,6744	0,0000	0,2518	0,3597	0,3597

Contudo é importante realçar que pelo facto da relação Rigidez/Peso, depender do rácio entre a subtracção de uma unidade ao número de pisos acima do piso em avaliação pelo número de pisos acima do piso em avaliação, este toma valor nulo no penúltimo piso e assume valor igual a dois no último piso, conforme Tabela IV.10. Ou seja, em vez de proceder 2 vezes o mesmo cálculo para os 2 últimos pisos, considera de uma vez só β igual a 2.

⁴ **Obs.:** Nesta secção, a folha de cálculo desenvolvida está preparada para fazer o cálculo automático da rigidez dos elementos estruturais, e destina-se a peças rectangulares. No caso de serem avaliadas formas diferentes, devem ser consideradas para o efeito áreas equivalentes ou por ventura calcular directamente e manualmente a rigidez do elemento.

Tabela IV. 10 – Cálculo da Relação Rigidez/Peso

PISO	β	Eixo Xx's		Eixo Yy's	
		R/W	Mi	R/W	Mi
1	0,85714286	0,00000546	0,96743001	0,00000142	0,92839440
2	0,83333333	0,00000616	0,98431034	0,00000154	0,98431034
3	0,80000000	0,00000727	0,87727056	0,00000181	0,90354751
4	0,75000000	0,00000798	0,96309215	0,00000205	0,96309215
5	0,66666667	0,00001024	0,98419546	0,00000263	0,96911453
6	0,50000000	0,00001512	0,82903306	0,00000382	0,82903306
7	0	0,00002507	0	0,00000634	0
8	2,00000000	0,00007332	0,68386775	0,00001854	0,68386775

Neste nível, e conforme apresentado na Tabela IV.11, o Indicador de Deterioração (T) e o Coeficiente influência das irregularidades (S_D) assumem valores menores à unidade, contribuindo como factores de redução para o cálculo do Índice sísmico de desempenho. Por essa razão é que o cálculo dos coeficientes de resistência deve ser efectuado com grande precisão.

Tabela IV. 11 - Cálculo de I_s para o 2º Nível, em Xx's

PISO	E_0	S_D	T	I_s
1	0,1287	0,8061	0,9879	0,1025
2	0,1276	0,8061	0,9879	0,1016
3	0,1356	0,8061	0,9879	0,1080
4	0,1397	0,8061	0,9879	0,1113
5	0,1644	0,8061	0,9879	0,1310
6	0,2203	0,8061	0,9879	0,1755
7	0,3392	0,8061	0,9879	0,2701
8	0,4522	0,8061	0,9879	0,3601

Tabela IV. 12 – Cálculo de I_s para o 2º Nível, em Yy's

PISO	E_0	S_D	T	I_s
1	0,1155	0,8061	0,9879	0,0920
2	0,1239	0,8061	0,9879	0,0987
3	0,1281	0,8061	0,9879	0,1021
4	0,1409	0,8061	0,9879	0,1123
5	0,1582	0,8061	0,9879	0,1260
6	0,2159	0,8061	0,9879	0,1720
7	0,3089	0,8061	0,9879	0,2460
8	0,3597	0,8061	0,9879	0,2864

4.2.2.2. CÁLCULO DO ÍNDICE DE SOLICITAÇÃO SÍSMICA - I_{S0}

O índice de Solicitação sísmica é calculado através da expressão (16), este depende das características geotécnicas do solo, do zonamento sísmico e de outros factores.

De acordo com Eurocódigo, na inexistência de informações mais precisas, para estruturas de baixa sismicidade⁵, que pertençam a classes de Importância do Tipo I ou II, com área de construção inferior ou igual a 1000m², e com máximo de 4 pisos acima do terreno, as sondagens podem ser dispensadas, podendo as acções sísmicas serem determinadas admitindo que o solo apresenta características do tipo B.

Neste caso, pelo facto das características intrínsecas do edifício não se enquadrarem nos critérios acima referidos, embora não tenham sido realizadas prospecções geotécnicas pode-se assumir estar na presença do solo com característica do tipo A.

Conforme expressão deduzida por Albuquerque (2008), o coeficiente de zonamento sísmico é considerado para dois tipos de sismo. De acordo com a Tabela III.12 e Figura

⁵ Conforme Eurocódigo 8, o valor de $a_g S$ da aceleração máxima nominal na base em rocha ou solo rijo, quando é superior a 0,98 m/s²

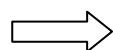
III.2, o Edifício em estudo, localiza-se no concelho do Porto, para acções sísmica do tipo I está insere-se na zona 1.6, correspondendo a uma aceleração de 0,35 e para acção sísmica do tipo II, enquadra-se na zona 2.5, com aceleração de 0,8.

Como o edifício é do tipo habitacional, de acordo com Tabela III.13, insere-se na classe do tipo II, γ_I correspondente valor igual a um.

Análogo aos valores apresentados na Tabela III.12, o valor do índice S é igual a 1, para acções sísmicas do tipo 1 e do tipo 2, para terrenos com características da classe A.

Para obtenção do índice de solicitação, é adoptado o valor mais alto resultante do produto entre a aceleração sísmica, o coeficiente de condições geotécnicas e o factor de correcção correspondente a cada acção sísmica, é igual a:

- a gR. $\gamma_1.S_1 = 0,35 * 1,0 * 1,0 = 0,35$



a gR. $\gamma.S = 0,80$

- a gR. $\gamma_2.S_2 = 0,8 * 1,0 * 1,0 = 0,80$

Como o coeficiente de percentagem de massa mobilizada depende da distância do piso em avaliação à fundação e da massa da estrutura, é igual 1 quando o edifício tem 2 pisos, e igual a 0,85 quando tem mais de dois pisos, sempre e quando se verifique todos os critérios de regularidade em altura.

Neste caso, como os critérios de irregularidade em altura não são cumpridos, embora este tenha mais do que 2 pisos, λ é igual a 1.

A contracção do edifício em planta que acontece no 7º piso não cumpre com os limites admissíveis, apresentados na Figura III.5, opção b) ($H_{Total} = 24,5m - H_{recuo} = 19,65 = 4,85m$, ou seja $4,85/24,5 = 0,19796$, ou seja recuo acima $0,15H$), pois esta redução ocorre a 19,65m de altura e segundo direcção y:

$$\frac{L_3 + L_1}{L} = \frac{(4,90 + 4,60)}{(24)}$$

$$\Leftrightarrow 0,396 > 0,20 \Rightarrow \text{Não verifica os Critérios de Regularidade} \Rightarrow \lambda = 1,0$$

O edifício apresenta estrutura do tipo pórtico, correspondendo a o valor de referência do coeficiente de comportamento obtido através $3,0 \times \alpha_u / \alpha_1$, de acordo com secção A.1.4. O coeficiente de comportamento estrutural é obtido segundo a expressão (22), o qual depende do valor de referência do coeficiente comportamento e do factor que reflecte o modo de rotura condicionante.

- $q_0 = 3,0 \times 1,3 = 3,9$;

- Direcção X: $K_{wx} = 24,7 / 23,90 = 1,033$;

$$\Rightarrow 0,5 \leq K_w \leq 1,0 \Rightarrow K_w > 1, \text{então } K_w = 1,0$$

- Direcção Y: $K_{wy} = 24,7 / 16,65 = 1,48$;



$$q_x \text{ e } q_y = 3,9 \times 1,0 = 3,9 \geq 1,5 \text{ Ok}$$

Desta forma, o índice de Solicitação sísmica deverá ser determinado para ambas as direcções Longitudinal e Transersal:

$$I_{s0\ x/y} = \frac{2,5 \times a_{gR} \times S \times \gamma_1 \times \lambda_{x1}}{g \times q}$$

$$\Leftrightarrow I_{s0\ x/y} = \frac{2,5 \times 0,80 \times 1}{9,8 \times 3,9}$$

$$\Leftrightarrow I_{s0} = 0,052$$

4.2.2.3. COMPARAÇÃO DE I_S E I_{S0}

De modo a calcular a vulnerabilidade sísmica do edifício em estudo, são comparados os índices estruturais, segundo as duas direcções.

De acordo com os valores apresentados na Tabela IV.15, embora o cálculo de I_S seja mais detalhado no 2º nível, verifica-se que os valores para os níveis de avaliação não apresentam grandes variações, salvo excepção do último piso.

Tabela IV. 13 – Comparação de I_S para os 2 Níveis de Avaliação, segundo o Eixo dos Xx's

<i>PISO</i>	<i>1º NÍVEL</i>			<i>2º NÍVEL</i>		
	I_s	I_{S0}	VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA	I_s	I_{S0}	VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA
1	0,104	0,052	Verificada a Segurança	0,102	0,052	Verificada a Segurança
2	0,103	0,052	Verificada a Segurança	0,102	0,052	Verificada a Segurança
3	0,109	0,052	Verificada a Segurança	0,108	0,052	Verificada a Segurança
4	0,113	0,052	Verificada a Segurança	0,111	0,052	Verificada a Segurança
5	0,133	0,052	Verificada a Segurança	0,131	0,052	Verificada a Segurança
6	0,178	0,052	Verificada a Segurança	0,175	0,052	Verificada a Segurança
7	0,273	0,052	Verificada a Segurança	0,270	0,052	Verificada a Segurança
8	0,255	0,052	Verificada a Segurança	0,360	0,052	Verificada a Segurança

Após análise da relação entre o piso e I_S , observa-se que esta variação é directamente proporcional, à medida que ascendemos um grau de liberdade o índice aumenta, dependendo efectivamente do peso acumulado de cada piso. Verifica-se portanto em ambas as direcções que entre o 1º e o 4º Piso, os resultados obtidos para os 2 níveis de avaliação são muito semelhantes, apresentando variações pouco significativas, à excepção do 8º Piso.

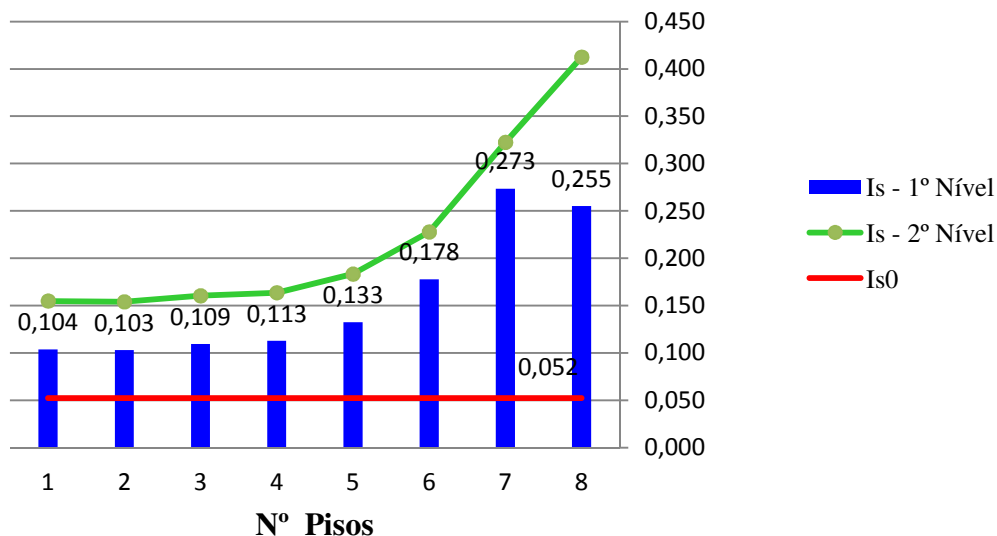
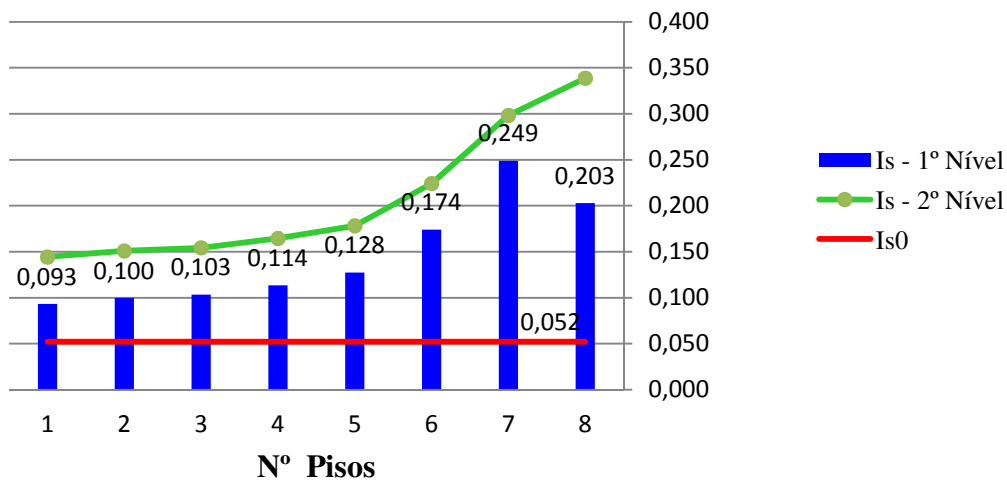
Tabela IV. 14 – Comparação de I_s para os 2 Níveis de Avaliação, segundo o Eixo dos Yy's

PISO	1º NÍVEL			2º NÍVEL		
	I_s	I_{s0}	VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA	I_s	I_{s0}	VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA
1	0,093	0,052	Verificada a Segurança	0,092	0,052	Verificada a Segurança
2	0,100	0,052	Verificada a Segurança	0,099	0,052	Verificada a Segurança
3	0,103	0,052	Verificada a Segurança	0,102	0,052	Verificada a Segurança
4	0,114	0,052	Verificada a Segurança	0,112	0,052	Verificada a Segurança
5	0,128	0,052	Verificada a Segurança	0,126	0,052	Verificada a Segurança
6	0,174	0,052	Verificada a Segurança	0,172	0,052	Verificada a Segurança
7	0,249	0,052	Verificada a Segurança	0,246	0,052	Verificada a Segurança
8	0,203	0,052	Verificada a Segurança	0,286	0,052	Verificada a Segurança

No caso do 8º Piso, a diminuição do valor do índice deve-se ao facto de ocorrer uma redução em planta, pois a massa da estrutura associada a cada piso é constante, apenas reduz para metade neste piso.

A variação existente entre pisos é feita de forma gradual, quase que constante até ao 5º piso, aumentando abruptamente entre o 6º e 7º Piso. Ao contrário do 1º Nível, no 2º Nível o I_s aumenta gradualmente.

Analisando os resultados finais apresentados no gráfico IV.1 e IV.2, constata-se que a Vulnerabilidade sísmica é verificada para ambos os níveis e para ambas as direcções. Pelo facto de se verificar que não existe nenhum elemento classificado como pilar curto, o coeficiente de resistência é igual a zero, correspondendo o Índice de ductilidade a um valor igual a um. Ou seja, a rotura neste caso não é condicionado pelos elementos mais frágeis, mas sim restringida pelos elementos menos frágeis.

Eixo Xx's - Comparação de I_s para 1º Nível e 2º Nível**Gráfico IV. 1** – Valores de I_s para o 1º e 2º Nível, na Direcção Xx's***Eixo Yy's - Comparação de I_s para 1º Nível e 2º Nível*****Gráfico IV. 2** - Valores de I_s para o 1º e 2º Nível, na Direcção Yy's

Como a segurança sísmica já é verificada considerando os elementos estruturais, da qual se obtém bons resultados, não se torna relevante a comparação do I_N com I_{N0} . No entanto, apesar de se verificar que a estrutura apresenta resistência sísmica suficiente para não desmoronar com ocorrência de um sismo, o índice de elementos não estruturais é à mesma calculado.

4.2.2.4. CÁLCULO DO ÍNDICE DE ELEMENTOS NÃO ESTRUTURAIS – I_N

▪ 1º Nível de Avaliação

No 1º Nível de avaliação o Índice dos elementos não estruturais é aferido através de uma análise preliminar simplificada, obtido através da compatibilização da contribuição dos elementos não estruturais com grande probabilidade de provocar danos e prejuízos.

Este avalia através da expressão (23), o grau de influência dos elementos do tipo estrutural quanto à vulnerabilidade sísmica.

O índice do tipo estrutural depende da flexibilidade e do estado actual do elemento avaliado. Como neste caso não existem pilares curtos e as fachadas não são revestidas a chapa, mas sim a reboco + cerâmico, este enquadra-se no grau de flexibilidade associado à estrutura (G_S) do tipo II e no grau de flexibilidade correspondente a elementos não estruturais (G_N) do tipo I, assumindo f igual a um, conforme resultados apresentados na Tabela IV.13.

Tabela IV. 15 – Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais

<i>PISO</i>	<i>f</i>	<i>t</i>	<i>B</i>	<i>H</i>	<i>I_N</i>
1	0,5	1	1	1	0
2	0,5	1	1	1	0
3	0,5	1	1	1	0
4	0,5	1	1	1	0
5	0,5	1	1	1	0
6	0,5	1	1	1	0
7	0,5	1	1	1	0
8	0,5	1	1	1	0

Isto acontece em todos os pisos e em ambas as direcções. Como se desconhece a existência da ocorrência de danos, o sub-índice t é igual a um.

De acordo com Tabela III.18, o grau de influência depende da envolvente logo abaixo da superfície da parede e da existência de questões como a supressão de beirais. Neste caso, logo abaixo da superfície da parede encontra-se passeios da estrada pública, condição correspondente a $H=1$.

Como o índice dos elementos não estruturais, é obtido através da subtracção de uma unidade ao produto do índice do tipo estrutural e do índice de grau de influência, verifica-se que o índice no 1º nível de avaliação é nulo, para todos os pisos e em ambas as direcções.

▪ 2º Nível de Avaliação

Na determinação deste índice no 2º nível, é considerada e analisada a contribuição das paredes mais desfavoráveis, mais susceptíveis de provocar danos. É estudada a influência de um segmento da superfície da parede na direcção horizontal, sendo assumido o desenvolvimento mais desfavorável para o cálculo do índice.

Neste contexto, o sub-índice do tipo estrutural é obtido de forma mais detalhada, pois não só considera a flexibilidade da estrutura, como também analisa o estado em que se encontra a mesma.

De forma mais precisa, estes sub-índices são obtidos através da análise da capacidade de ductilidade da estrutura e do período temporal. Assim sendo, para uma capacidade de Ductilidade bastante baixa, associada a um edifício com pilares ou paredes de corte e a uma Capacidade de Deflexão também bastante baixa, correspondente à existência de revestimentos em cerâmico, o valor do sub-índice de flexibilidade é igual a 0,3.

É desconhecida do edifício ter sofrido qualquer tipo de danos, o sub-índice de estado actual valor igual a 0,5, como abaixo da superfície da parede encontra-se passeios da estrada pública, é igual a 1.

Neste caso, como a superfície horizontal mais desfavorável não se enquadra nos parâmetros apresentados na Tabela III.24, o sub-índice relativa às quedas é igual a 1,0, à

excepção do 1º piso no qual se verifica que a superfície horizontal no piso térreo é a mesma que a das paredes consideradas.

Tabela IV. 16 – Determinação de I_N (em x e y) - 2º Nivel

<i>PISO</i>	B_j	h_j	W_j	H_j	L_j	ΣL_j	$\frac{\Sigma B_j}{*W_j*H_j*L_j}$	I_N
1	0,650	2,500	0,857	0,500	6,6	40,900	1,839	0,045
2	0,650	2,600	0,871	1,000	6,6	44,900	3,738	0,083
3	0,650	2,600	0,871	1,000	6,6	44,900	3,738	0,083
4	0,650	2,600	0,871	1,000	6,6	44,900	3,738	0,083
5	0,650	2,600	0,871	1,000	6,6	44,900	3,738	0,083
6	0,650	2,600	0,871	1,000	6,6	44,900	3,738	0,083
7	0,650	2,600	0,871	1,000	4,75	44,900	2,691	0,060
8	0,650	2,600	0,871	1,000	4,75	44,900	2,691	0,060

Tabela IV. 17 – Determinação de I_N , em y - 2º Nivel

<i>PISO</i>	B_j	h_j	W_j	H_j	L_j	ΣL_j	$\frac{\Sigma B_j}{*W_j*H_j*L_j}$	I_N
1	0,650	2,500	0,857	0,500	6,900	30,100	1,922	0,064
2	0,650	2,600	0,871	1,000	6,900	30,100	3,908	0,130
3	0,650	2,600	0,871	1,000	6,900	30,100	3,908	0,130
4	0,650	2,600	0,871	1,000	6,900	30,100	3,908	0,130
5	0,650	2,600	0,871	1,000	6,900	30,100	3,908	0,130
6	0,650	2,600	0,871	1,000	6,900	30,100	3,908	0,130
7	0,650	2,600	0,871	1,000	6,900	6,800	3,908	0,575
8	0,650	2,600	0,871	1,000	6,900	6,800	3,908	0,575

O índice dos elementos não estruturais, aumenta do 1º para o 2º piso, verificando-se que a partir deste se mantêm constante.

4.3. CASO DE ESTUDO 2 – EDIFÍCIO MAIA

O 2º Edifício em análise, encontra-se situado no Concelho da Maia. É composto por 4 Pisos de Habitação e 1 Piso para prestação de serviços, com 2,60m e 3,00m altura respectivamente.

Quer as paredes-mestras das fachadas, quer as paredes de divisória são constituídas por panos de alvenaria dupla e simples, de pequenas e médias dimensões e formato irregular.



Figura IV. 4 – Caso de Estudo 2 “Edifício Habitacional Maia”

Em planta, o edifício inscreve-se num rectângulo, com a menor dimensão na Rua Serafim Alves Cruz, com 13,55m de desenvolvimento e com 21,15m de profundidade, apresentando uma geometria regular.

4.3.1. DESCRIÇÃO ESTRUTURAL

Tendo por base o levantamento da estrutura, este é constituído por 4 pisos, a estrutura é integralmente em betão armado, provida de pilares e vigas, que suportam Lajes aligeiradas e maciças. Os pilares têm dimensões variáveis desde 0,20x0,20m, 0,30x0,20m, 0,30x0,30m, 0,20x0,40m e 0,20x0,60m, vigas com 0,20x0,40m, relativamente às lajes, o edifício é constituído por lajes aligeiradas, com espessura de 0,30 m e laje de cobertura em betão armado com espessura de 0,20 m.

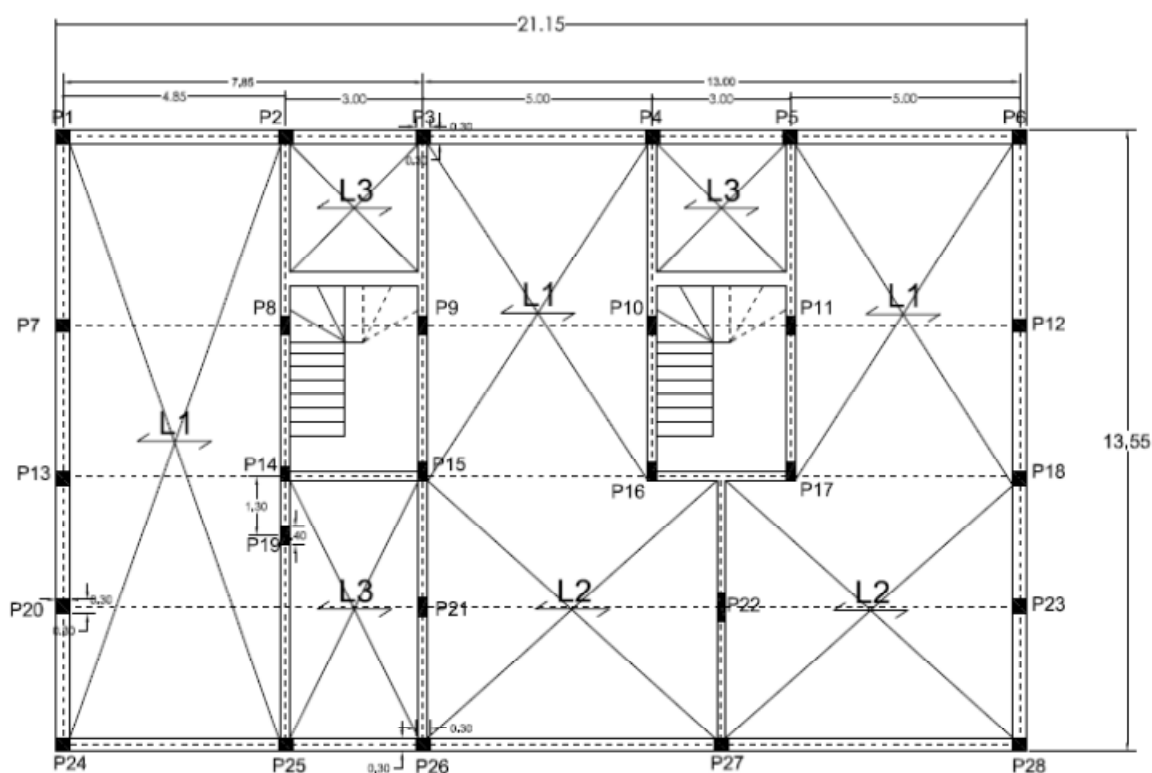


Figura IV. 5 – Planta Estrutural “Edifício Maia”

A estrutura básica do edifício é constituída por elementos periféricos de alvenaria de tijolo simples com espessuras de 0,30m, coadjuvadas, interiormente por paredes também de alvenaria simples de tijolo de 7 e de 15 e por paredes de alvenaria dupla de 15 + cx4+7.

De acordo com as peças escritas, aplicou-se aço do tipo A235 e betão classe C25/30, com respectivos valores de cálculo de tensão de 348MPa e de 13,3MPa.

4.3.2. CÁLCULO DA VULNERABILIDADE SÍSMICA

Análogo à verificação realizada para o Edifício de Ermesinde, em primeiro lugar foi determinada a massa da estrutura associada a cada piso. Este cálculo é obtido através da contribuição do peso próprio da laje, do peso conferido pelos revestimentos e divisórias e da majoração da sobrecarga por ψ_2 , conforme valores recomendados pelo Eurocódigo.

Tendo em conta que se trata de um edifício com 4º modos de vibração, apresentados na Figura IV.6, com uma distribuição de massa uniforme, é de salientar que no último piso a massa associada resulta da adição do peso da respectiva laje e do peso conferido pela laje da cobertura, conforme valores apresentados na Tabela IV.18.

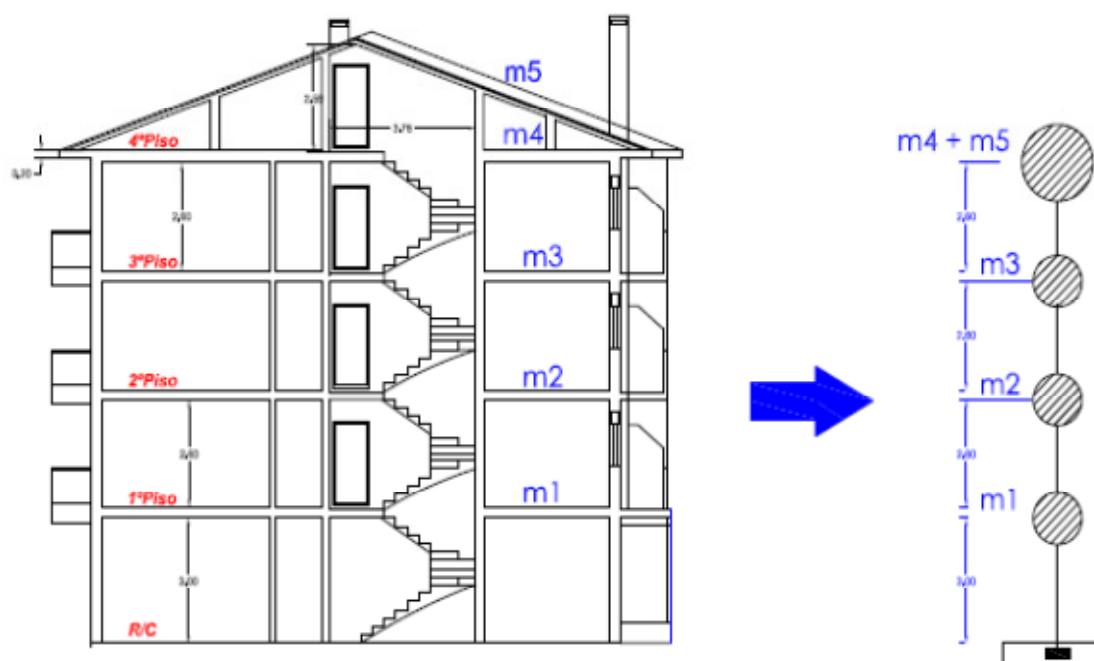


Figura IV. 6 – Corte 1 -1

Para determinação do peso da estrutura, foi considerada além da área de influência dos elementos estruturais, também a área correspondente às varandas salientes. Pois este suplemento, induz o aumento da massa do piso e conseqüentemente aumenta o valor dos coeficientes de resistência dos pilares correspondentes a cada piso. Neste caso prático, são

apenas determinados os coeficientes de resistência dos pilares, pois o edifício não ostenta núcleos de paredes em betão armado.

Tabela IV. 18 – Valores das Componentes de carga da combinação quase permanente

<i>PISO</i>	<i>TIPO DE LAJE</i>	<i>ESP. LAJE</i>	<i>PESO PRÓPRIO DA LAJE</i>	<i>REVEST. + DIVIS.</i>
		[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
1	Laje Aligeirada	0,25	3,93	2,50000
2	Laje Aligeirada	0,25	3,93	2,50000
3	Laje Aligeirada	0,25	3,93	2,50000
4	Laje Aligeirada	0,45	7,35	2,50000

Tabela IV. 19 - Cálculo do Peso do Piso

<i>PISO</i>	<i>CARGA PERMANENTE</i>	<i>SOB.</i>	<i>COMBINAÇÃO QUASE PERM.</i>	<i>ÁREA DO PISO</i>	<i>MASSA DO PISO</i>	<i>PESO DO PISO W_i</i>	<i>ΣW_i</i>
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m ²]	[Ton]	[kN]	[kN]
1	6,43	2,00	7,030	290,68	208,31	2043,50	9211,93
2	6,43	2,00	7,030	329,05	235,80	2313,24	7168,43
3	6,43	2,00	7,030	329,05	235,80	2313,24	4855,19
4	7,33	1,00	7,630	333,15	259,12	2541,95	2541,95

- Direcção X:

Coeficiente de Resistência de Pilares:

Pilar P10 – 0,20x0,40m

Coeficiente de Redução da resistência do betão: C20/25 $\Rightarrow f_{cd} = 13,30\text{MPa}$

Então: $\beta_c = 13,30/20,0 = 0,665$

Classificação do Pilar: $h_0/D = 3,00/0,40 = 7,50 > 6 \Rightarrow$ Pilar do Tipo C2 $\Rightarrow \tau_c = 0,7MPa$

$$\text{Então: } C_c = \frac{700 \times (0,20 \times 0,40)}{10966,34} \times 0,665$$

$$\Leftrightarrow C_c = 0,003396$$

- Direcção Y:

Coeficiente de Resistência de Pilares:

Pilar P10 – 0,40x0,20m

Coeficiente de Redução da resistência do betão: C20/25 $\Rightarrow f_{cd} = 13,30MPa$

$$\text{Então: } \beta_c = \frac{13,30}{20,0} = 0,665$$

Classificação do Pilar: $h_0/D = 3,00/0,20 = 15,00 > 6 \Rightarrow$ Pilar do Tipo C2 $\Rightarrow \tau_c = 0,7MPa$

$$\text{Então: } C_c = \frac{700 \times (0,20 \times 0,40)}{10966,34} \times 0,665$$

$$\Leftrightarrow C_c = 0,003396$$

Pelo facto do pilar não ter as mesmas dimensões nas duas direcções, pode ser classificado estruturalmente em diferentes categorias, pois embora o valor da resistência do pilar seja igual segundo x e y, h_0/D é superior a seis.

4.3.2.1. CÁLCULO DO ÍNDICE DE DESEMPENHO SÍSMICO IS

▪ 1º Nível de Avaliação

Como a estrutura básica do edifício é constituída apenas por pilares, os coeficientes de resistência obtidos são do tipo C_c , sendo os restantes coeficientes igual a zero. Por esse motivo, independentemente da metodologia prever o cálculo de E_0 para o modo de rotura condicionada pelos elementos mais frágeis, desde logo é desconsiderada, sendo este calculado para rotura restringida por elementos menos frágeis.

Pela interpretação dos valores apresentados na Tabela IV.20 e na Tabela IV.21, verifica-se numa primeira instância, para ambas as direcções, que o S_D é inferior a um. O mesmo acontece com o sub-índice de deterioração, para o qual se obtém valor igual a 0,90. Assim sendo, como o sub-índice T e o sub-índice S_D são factores de redução, os valores obtidos para o I_S são inferiores a E_0 .

Tabela IV. 20 – Cálculo de I_S para o 1º Nível, em Xx's

<i>PISO</i>	φ	C_{sc}	C_c	C_{mar}	F	E_0	S_D	T	I_S
1	1,0000	0	0,1254	0	1	0,0878			0,0745
2	0,8333	0	0,1435	0	1	0,0837	0,9428	0,90	0,0710
3	0,7143	0	0,1668	0	1	0,0834			0,0708
4	0,6250	0	0,3113	0	1	0,1362			0,1156

Tabela IV. 21 – Cálculo de I_S para o 1º Nível, em Yy's

<i>PISO</i>	φ	C_{sc}	C_c	C_{mar}	F	E_0	S_D	T	I_S
1	1,0000	0	0,1228	0	1	0,0860			0,0729
2	0,8333	0	0,1435	0	1	0,0837	0,9428	0,90	0,0710
3	0,7143	0	0,1668	0	1	0,0834			0,0708
4	0,6250	0	0,3113	0	1	0,1362			0,1156

Uma vez que a partir do 2ºPiso a dimensão dos pilares é igual segundo a direcção Longitudinal e Transversal, o Índice de solitação é igual.

▪ 2º Nível de Avaliação

Como no 2º Nível de avaliação, o calculo do índice de desempenho sísmico depende da relação rigidez/ peso, verifica-se que os elementos estruturais além de serem simétricos, estão uniformemente distribuídos, traduzindo-se numa contiguidade entre o centro de

massa e o centro de rigidez, reduzindo os esforços devidos à torção aquando da acção sísmica.

De acordo com os valores apresentados na Tabela IV.22 o índice básico de comportamento estrutural diminui do 1º para o 2º Piso consequente da diminuição do pé-direito.

Tabela IV. 22 - Cálculo do E_0 para o 2º Nível, em Xx's

PISO	φ	C_{sc}	C_c	C_{mar}	F	E_1	E_2	E_3	$1^\circ - E_{01}$	$2^\circ - E_{02}$	E_0
1	1,0000	0	0,1254	0	1	0	0,1254	0	0,0878	0,1254	0,1254
2	0,8333	0	0,1435	0	1	0	0,1435	0	0,0837	0,1196	0,1196
3	0,7143	0	0,1668	0	1	0	0,1668	0	0,0834	0,1192	0,1192
4	0,6250	0	0,3113	0	1	0	0,3113	0	0,1362	0,1946	0,1946

Comparando os valores do 1º com o 2º Nível, detecta-se que o índice E_0 aumenta, estes valores confirmam a boa concordância de resultados obtidos entre os 2 níveis.

Tabela IV. 23 – Cálculo do E_0 para o 2º Nível, em Yy's

PISO	φ	C_{sc}	C_c	C_{mar}	F	E_1	E_2	E_3	$1^\circ - E_{01}$	$2^\circ - E_{02}$	E_0
1	1,0000	0	0,1228	0	1	0	0,1228	0	0,0860	0,1228	0,1228
2	0,8333	0	0,1435	0	1	0	0,1435	0	0,0837	0,1196	0,1196
3	0,7143	0	0,1668	0	1	0	0,1668	0	0,0834	0,1192	0,1192
4	0,6250	0	0,3113	0	1	0	0,3113	0	0,1362	0,1946	0,1946

Tabela IV. 24 – Cálculo de I_s para o 2º Nível, em Xx's

PISO	E_0	S_D	T	I_s
1	0,1254	0,8486	1,0000	0,1064
2	0,1196	0,8486	1,0000	0,1015
3	0,1192	0,8486	1,0000	0,1011
4	0,1946	0,8486	1,0000	0,1651

Tabela IV. 25 - Cálculo de I_s para o 2º Nível, em Yy's

PISO	E_0	S_D	T	I_s
1	0,1228	0,8486	1,0000	0,1042
2	0,1196	0,8486	1,0000	0,1015
3	0,1192	0,8486	1,0000	0,1011
4	0,1946	0,8486	1,0000	0,1651

4.3.2.2. CÁLCULO DO ÍNDICE DE SOLICITAÇÃO SÍSMICA I_{S0}

Para obtenção de I_{S0} , foram verificadas as seguintes condicionantes:

- Face à inexistência de dados relativos às características dos solos e à impossibilidade de realização de estudos geotécnicos, admite-se que o solo tem característica do tipo B;
- $a_g \text{ Tipo I} = 0,35$ e $a_g \text{ Tipo II} = 0,80$;
- Coeficiente de importância, o edifício insere-se na categoria do tipo II;

No que concerne às condições geotécnicas locais S , considerando os valores constantes da Tabela A.1.4, apresentada nos anexos, o valor de S_{MAX} é igual 1,3, para acções sísmicas do tipo 1 e 1,35 para acções sísmicas do tipo 2, para terrenos com características do tipo B.

No entanto, de acordo com Eurocódigo, no continente, para definição dos espectros de resposta elásticos, o parâmetro S deve ser determinado com base nas seguintes expressões:

- Para $a_g \leq 1m/s^2$ $\rightarrow S = S_{MAX}$.
- Para $1m/s^2 \leq a_g \leq 4m/s^2$ $\rightarrow S = S_{MAX} - \frac{S_{MAX}-1}{3} \times (a_g - 1)$
- Para $a_g \leq 4m/s^2$ $\rightarrow S = 1,0$

Neste caso:

- $S_{MAX.(TIPO B) I} = 1,35$
- $S_{MAX.(TIPO B) II} = 1,35$

Como a aceleração sísmica,

- $a_g Tipo I = 0,35$ $\rightarrow S_I = 1,35$
 $\rightarrow a_g \leq 1m/s^2 \rightarrow S = S_{MAX}$.
- $a_g Tipo II = 0,80$ $\rightarrow S_{II} = 1,35$

Assim sendo, para o cálculo do índice de solicitação, é adoptado o valor mais desfavorável, ou seja, o valor mais alto resultante do produto entre a aceleração sísmica, o coeficiente de condições geotécnicas e o factor de correcção correspondente a cada acção sísmica, é igual a:

- a gR. $\gamma_1.S_1 = 0,35 * 1,0 * 1,3 = 0,455$
 - a gR. $\gamma_2.S_2 = 0,8 * 1,0 * 1,35 = 1,08$
- \Rightarrow a gR. $\gamma.S = 0,675$

Uma vez que são cumpridos todos os critérios de regularidade em altura, λ é igual a 0,85.

A estrutura é classificada como sistema do tipo pórtico, sendo o valor de referência do coeficiente de comportamento obtido através $3,0 \times \alpha_u / \alpha_1$, conforme seguinte:

- $q_0 = 3,0 \times 1,3 = 3,9$;

- Direcção X: $K_{wx} = 14,60 / 21,15 = 0,69$;

$$\Rightarrow 0,5 \leq K_w \leq 1,0 \Rightarrow K_w > 1, \text{então } K_w = 1,0$$

- Direcção Y: $K_{wy} = 14,6 / 13,55 = 1,07749$;



$$q_x = 3,9 \times 0,69 = 2,692 \geq 1,5 \text{ Ok}$$

$$q_y = 3,9 \times 1,0 = 3,9 \geq 1,5 \text{ Ok}$$

Desta forma, o Índice de Solicitação sísmica deverá ser determinado para ambas as direcções:

- Direcção X:

$$I_{S0x} = \frac{2,5 \times a_{gR} \times S \times \gamma_1 \times \lambda_{x1}}{g \times q}$$

$$\Leftrightarrow I_{S0x} = \frac{2,5 \times 1,08 \times 0,85}{9,8 \times 2,692}$$

$$\Leftrightarrow I_{S0} = 0,087$$

- Direcção Y:

$$I_{S0y} = \frac{2,5 \times a_{gR} \times S \times \gamma_1 \times \lambda_{x1}}{g \times q}$$

$$\Leftrightarrow I_{S0y} = \frac{2,5 \times 1,08 \times 0,85}{9,8 \times 3,9}$$

$$\Leftrightarrow I_{S0} = 0,060$$

4.3.2.3. COMPARAÇÃO DE I_s E I_{s0}

Da interpretação dos resultados obtidos de acordo com Tabela IV.26 e do gráfico IV.3, observa-se que no 1º nível a segurança não é verificada para todos os pisos à excepção do último.

Tabela IV. 26 – Comparação de I_s para os 2 Níveis de Avaliação, segundo o Eixo dos Xx's

PISO	1º NÍVEL		2º NÍVEL	
	I_s	I_{s0} VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA	I_s	I_{s0} VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA
1	0,074	Não Verifica a Segurança	0,106	Verificada a Segurança
2	0,071	0,087 Não Verifica a Segurança	0,101	Verificada a Segurança
3	0,071		0,101	Verificada a Segurança
4	0,116	Verificada a Segurança	0,165	Verificada a Segurança

Eixo Yy's - Comparação de I_s para 1º Nível e 2º Nível

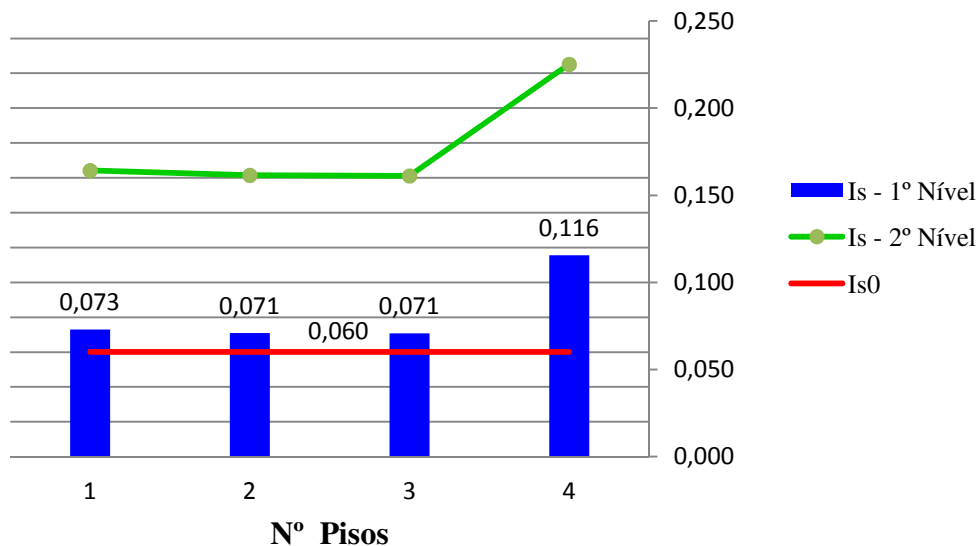


Gráfico IV. 3 – Índice de Solicitação Sísmica para o 1 e o 2º Nível, segundo Eixo Xx's

Pelo facto do 1º nível ser mais conservativo, verifica-se que no intervalo entre o 1º e 3º piso, a segurança sísmica não é verificada. No entanto para o 2º Nível, conforme análise do gráfico IV.3, o índice de desempenho sísmico obtido é muito superior ao do 1º nível.

Conclui-se a partir desta observação, que no 1º nível sempre que se verifica uma grande probabilidade de alguns factores condicionarem a vulnerabilidade sísmica este apresenta resultados inferiores ao limite resultante da solicitação sísmica.

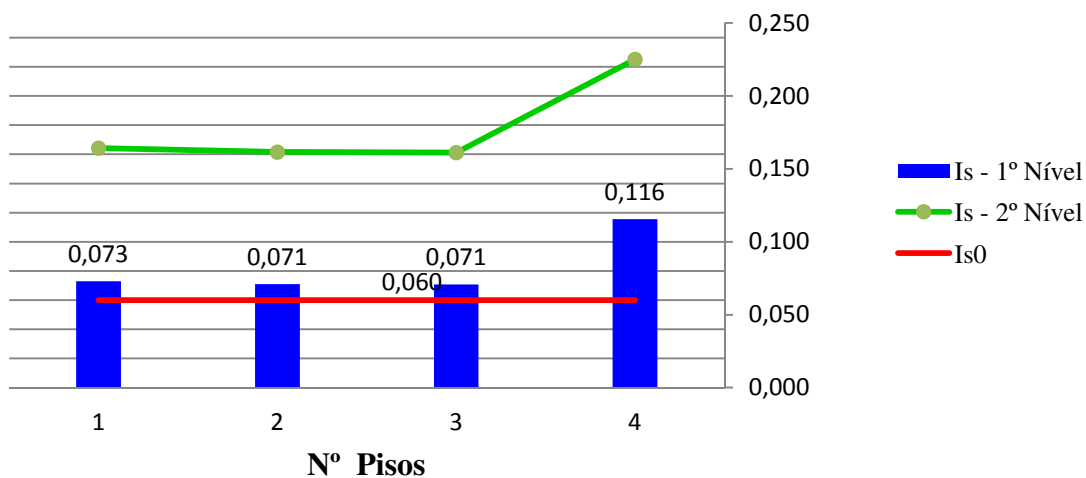
No entanto, segundo y, a avaliação sísmica é verificada quer para 1º quer para o 2º nível de avaliação, conforme valores apresentados na seguinte Tabela.

Tabela IV. 27 - Comparação de I_s para os 2 Níveis de Avaliação, segundo o Eixo dos Yy's

PISO	1º NÍVEL			2º NÍVEL		
	I_s	I_{s0}	VERIFICAÇÃO SEGURANÇA À ACÇÃO SÍSMICA	I_s	I_{s0}	VERIFICAÇÃO SEGURANÇA À ACÇÃO SÍSMICA
1	0,073		Verificada a Segurança	0,104		Verificada a Segurança
2	0,071	0,060	Verificada a Segurança	0,101	0,060	Verificada a Segurança
3	0,071		Verificada a Segurança	0,101		Verificada a Segurança
4	0,116		Verificada a Segurança	0,165		Verificada a Segurança

Observa-se de acordo com Gráfico IV.4, que os resultados obtidos quer no 1º, quer no 2º nível, variam na mesma proporção, concluindo-se que a metodologia está correctamente aplicada.

À semelhança do Edifício de Ermesinde, embora se verifique a segurança sísmica para o 2º nível de avaliação, determinou-se o índice dos elementos não estruturais.

Eixo Yy's - Comparação de I_s para 1º Nível e 2º Nível**Gráfico IV. 4** - Índice de Solicitação Sísmica para o 1º e 2º Nível, segundo Eixo Yy's

4.3.2.4. CÁLCULO DO ÍNDICE DE ELEMENTOS NÃO ESTRUTURAIS – I_N

▪ 1º Nível de Avaliação

Análogo ao caso anterior, conforme valores expostos na Tabela IV.28, este enquadra-se no grau de flexibilidade do tipo II e no grau de flexibilidade do tipo I, pois as paredes são revestidas a cerâmico, correspondendo valor igual a 1. Como se desconhece a existência da ocorrência de danos, o sub-índice t toma valor unitário.

Neste caso, logo abaixo da superfície da parede encontram-se passeios da estrada pública, condição correspondente a $H=1$.

Como o índice dos elementos não estruturais depende da flexibilidade e do estado de conservação do imóvel, verifica-se que o índice no 1º nível de avaliação é nulo, para todos os pisos e em ambas as direcções.

Tabela IV. 28 – Cálculo do I_N , (x e y), 1º Nível

<i>PISO</i>	<i>f</i>	<i>t</i>	<i>B</i>	<i>H</i>	<i>I_N</i>
1	0,5	1	1	1	0
2	0,5	1	1	1	0
3	0,5	1	1	1	0
4	0,5	1	1	1	0

▪ 2º Nível de Avaliação

De acordo com as seguintes condicionantes, são apresentados os valores dos sub-índices na Tabela IV.29 e IV.30:

- Capacidade de Ductilidade baixa (uma vez que só os pilares é que são em betão armado) (Consultar Tabela III.20);
- Capacidade de Deflexão bastante baixa (A fachada do edifício é revestida a cerâmica) (Consultar Tabela III.21);
- Desconhece-se a existência de qualquer tipo de dano (Consultar Tabela III.22);
- Abaixo da superfície da parede encontra-se estrada pública (Consultar Tabela III.23);
- A superfície horizontal mais desfavorável não se enquadra nas condições de supressão, à exceção do 1º piso no qual se verifica que a superfície horizontal no piso térreo é a mesma que a das paredes consideradas (Consultar Tabela III.24);

Tabela IV. 29 – Determinação de I_N (em x) - 2º Nível

<i>PISO</i>	<i>B_j</i>	<i>h_j</i>	<i>W_j</i>	<i>H_j</i>	<i>L_j</i>	<i>ΣL_j</i>	$\frac{\Sigma B_j}{*W_j*H_j*L_j}$	<i>I_N</i>
1	0,200	3,000	0,929	0,500	6,125	42,300	0,569	0,013
2	0,200	2,600	0,871	1,000	6,125	42,300	1,068	0,025
3	0,200	2,600	0,871	1,000	6,125	42,300	1,068	0,025
4	0,200	2,600	0,871	1,000	6,125	42,300	1,068	0,025

Verifica-se que o índice dos elementos não estruturais aumenta do 1º para o 2º piso, mantendo-se constante a partir deste.

Tabela IV. 30 - Determinação de I_N (em y) - 2º Nivel

<i>PISO</i>	B_j	h_j	W_j	H_j	L_j	ΣL_j	$\frac{\Sigma B_j}{*W_j*H_j*L_j}$	I_N
1	0,200	3,000	0,929	0,500	6,125	42,300	0,569	0,013
2	0,200	2,600	0,871	1,000	6,125	42,300	1,068	0,025
3	0,200	2,600	0,871	1,000	6,125	42,300	1,068	0,025
4	0,200	2,600	0,871	1,000	6,125	42,300	1,068	0,025

4.4.CASO DE ESTUDO 3 – MORADIA AVANCA

A Moradia foi construída no final do século XIX. A presente localiza-se no Distrito de Aveiro, Freguesia de Avanca ocupa uma área bruta de 500m². As Paredes exteriores da Cave encontram-se enterradas até à cota 1,20 com pé-direito de 2,20m, destinado ao estacionamento de carros, os restantes acima do solo, dois deles destinam-se a habitação, tendo o último piso da cobertura uma altura variável.



Figura IV. 7 – Caso 3 “Moradia de Avanca”

4.4.1. CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL

Trata-se de uma construção típica Francesa do início dos anos 80, com fachada simétrica e Cobertura inclinada de 2 águas.

A estrutura resistente é constituída por vigas periféricas com dimensões 0,20 x 0,40 e pilares, que suportam laje um pavimento constituído por lajes aligeiradas. De acordo com peças escritas, os elementos estruturais foram executados em betão classe C20/25 e Aço

A235. Em construções antigas, estes materiais caracterizados por classes baixas, eram frequentemente aplicados.

O sistema estrutural é composto por paredes exteriores resistentes em alvenaria simples, com espessura constante de cerca de 0,30m, e por paredes divisórias interiores também em panos de alvenaria.

As acções na estrutura foram determinadas com base no RSA – Regulamento de Segurança e Acções para a estrutura de Edifícios e Pontes e Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado (REBAP), conforme referido na Memória Descritiva.

4.4.2. CÁLCULO DA VULNERABILIDADE SÍSMICA

Para determinação da massa estrutural correspondente a cada piso, foram considerados 3 modos de vibração, conforme figura IV.8. Sendo que o 3º modo de vibração corresponde ao somatório do peso próprio da Laje do 3º Piso e da laje da cobertura.

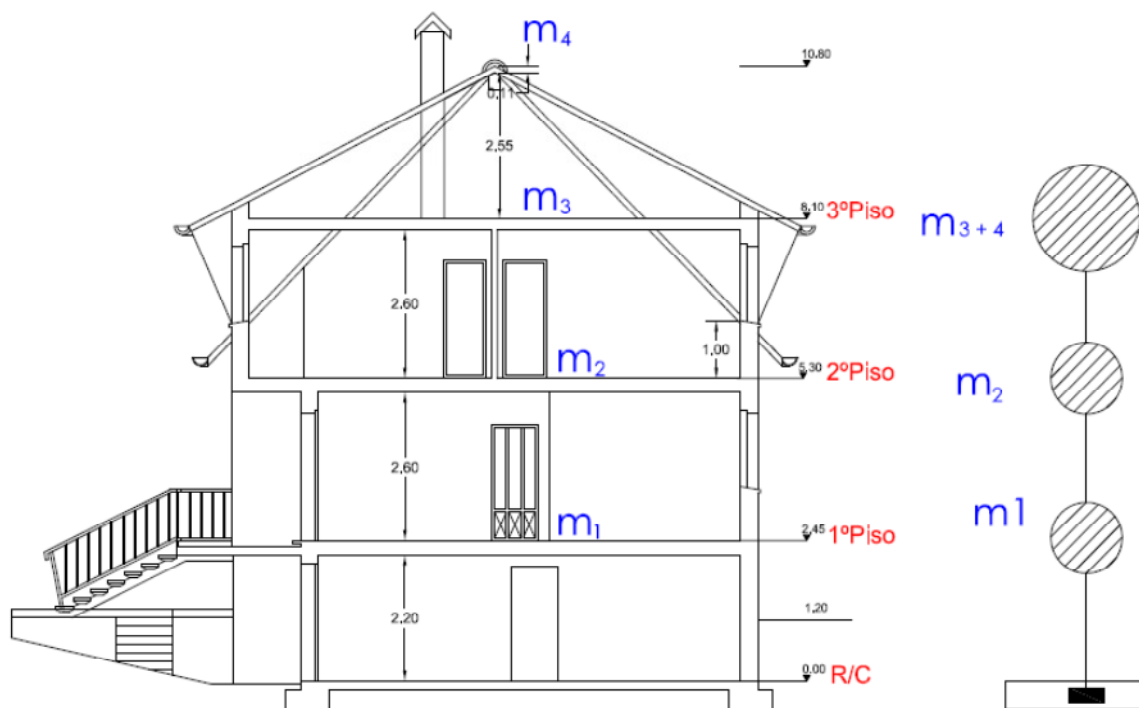


Figura IV. 8 – Corte 1 “Moradia Avançada”

Quantificada a carga permanente e a sobrecarga conforme trâmites regulamentares de acordo com valores apresentados na Tabela IV.31, o peso da estrutura foi obtida através do produto entre a combinação quase permanente das acções e a área.

Tabela IV. 31 – Combinação de Acções considerados para Cálculo da massa do piso

<i>PISO</i>	<i>TIPO DE LAJE</i>	<i>ESP. LAJE</i>	<i>PESO PRÓPRIO DA LAJE</i>	<i>REVEST. + DIVIS.</i>
		[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
1	Laje Aligeirada	0,25	3,93	2,50000
2	Laje Aligeirada	0,25	3,93	2,50000
3	Laje Aligeirada	0,35	6,33	1,00000

Verifica-se que a redução da secção do edifício em planta, é responsável pelo decréscimo da massa e consequentemente do peso nesse mesmo piso, embora no 3ºPiso seja considerado o peso próprio associado à laje de cobertura, não se observa uma variação de peso muito significativa entre os 3 pisos.

Tabela IV. 32 – Determinação do Peso da Estrutura

<i>PISO</i>	<i>CARGA PERMANENTE</i>	<i>SOB.</i>	<i>COMB. QUASE PERM.</i>	<i>ÁREA DO PISO</i>	<i>MASSA DO PISO</i>	<i>PESO DO PISO W_i</i>	<i>ΣW_i</i>
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m ²]	[Ton]	[kN]	[kN]
1	6,43	2,00	7,030	92,42	66,23	649,71	1877,05
2	6,43	2,00	7,030	83,72	60,00	588,55	1227,34
3	7,33	1,00	7,630	83,72	65,12	638,78	638,78

Para determinação do Índice de Desempenho Sísmico, é necessário proceder-se ao cálculo de E_0 . E previsivelmente à determinação dos coeficiente de resistência dos elementos estruturais.

Coeficiente de Resistência de Pilares:

- Direcção Longitudinal

Pilar P2 – 0,20x0,30m

Coeficiente de Redução da resistência do betão: C20/25 $\Rightarrow f_{cd} = 13,30\text{MPa}$

$$\text{Então: } \beta_c = 13,30 / 20,0 = 0,665$$

Classificação do Pilar: $h_0/D = 2,20/0,30 = 7,33 > 6 \Rightarrow$ Pilar do Tipo C2 $\Rightarrow \tau_c = 0,7\text{MPa}$

$$\text{Então: } C_c = \frac{700 \times (0,20 \times 0,30)}{1877,05} \times 0,665$$

$$\Leftrightarrow C_c = 0,001488$$

- Direcção Transversal

Pilar P2 – 0,30x0,20m

Coeficiente de Redução da resistência do betão: C20/25 $\Rightarrow f_{cd} = 13,30\text{MPa}$

$$\text{Então: } \beta_c = 13,30 / 20,0 = 0,665$$

Classificação do Pilar: $h_0/D = 2,20/0,20 = 11,00 > 6 \Rightarrow$ Pilar do Tipo C2 $\Rightarrow \tau_c = 0,7\text{MPa}$

$$\text{Então: } C_c = \frac{700 \times (0,20 \times 0,30)}{1877,05} \times 0,665$$

$$\Leftrightarrow C_c = 0,001488$$

Uma vez que o elemento estrutural é classificado do tipo C2, em ambas as direcções, o coeficiente de resistência é igual. Como neste caso não existem quer paredes em betão armado, quer pilares curtos, os respectivos coeficientes de resistência são nulos.

4.4.2.1. CÁLCULO DO ÍNDICE DE DESEMPENHO SÍSMICO I_s

▪ 1º Nível de Avaliação

A determinação do indicador Sísmico Básico E_0 , do sub-índices S_D (irregularidade estrutural) e T (degradação estrutural), para o primeiro nível, são quantificados de forma simplificada.

Embora o método permita a utilização de três equações para o cálculo do índice sísmico básico, para compatibilização da contribuição da resistência de cada um dos elementos estruturais, no 1º nível de avaliação, a rotura da estrutura é condicionada pelos elementos mais frágeis.

No entanto, conforme supramencionado e observado de acordo com a Tabela IV.33 e IV.34, o coeficiente de resistência correspondente aos elementos estruturais mais frágeis é igual a zero. Assim sendo, admite-se que a rotura é condicionada pelos elementos menos frágeis, obtendo-se os seguintes resultados para E_0 .

Tabela IV. 33 – Determinação de E_0 no 1º Nível segundo Direcção X

<i>PISO</i>	φ	C_{sc}	C_c	C_{mar}	F	E_0	S_D	T	I_s
1	1	0	0,2753	0	1	0,1927			0,1381
2	0,80	0	0,3186	0	1	0,1784	0,8957	0,8000	0,1278
3	0,67	0	0,6121	0	1	0,2857			0,2047

No que diz respeito ao sub-índice S_D ao sub-índice T , estes tomam valores inferiores à unidade. Assim sendo, o índice de desempenho sísmico, I_s , é inferior ao índice sísmico básico, pois resulta do produto dos dois sub-índices e do índice básico.

Tabela IV. 34 – Determinação do I_s , no 1º Nível segundo Direcção Y

<i>PISO</i>	φ	C_{sc}	C_c	C_{mar}	F	E_0	S_D	T	I_s
1	1,00	0	0,2753	0	1	0,1927			0,1381
2	0,80	0	0,3186	0	1	0,1784	0,896	0,800	0,1278
3	0,67	0	0,6121	0	1	0,2857			0,2047

Embora se observe o aumento do coeficiente de resistência dos pilares em betão armado, à medida que se aumenta de piso, o índice sísmico básico diminui. Esta variação resulta da contribuição do coeficiente de modificação ao corte φ , pois este não entra em linha de conta com a distribuição de massas e alturas dos pisos.

▪ 2º Nível de Avaliação

No segundo nível, à semelhança do 1º nível, a resistência e ductilidade dos elementos, considera a rotura restringida pelos elementos mais frágeis e dúcteis. Contudo, como o coeficiente de resistência dos pilares curtos é nulo, a rotura é condicionada pelos elementos menos frágeis e dúcteis. Para tal, o índice E_0 assume portanto o valor mais desfavorável, mais alto correspondente a cada tipo de rotura (E_{01}) e (E_{02}).

Como o índice sísmico básico restringido pelos elementos menos frágeis é obtido da mesma forma, os valores quer para o 1º nível quer para o 2º nível são idênticos. No entanto, verifica-se que o índice básico no 2º nível é condicionado pelos elementos dúcteis, uma vez que o valor mais desfavorável é restringido por estes.

Tabela IV. 35 – Determinação de E_0 , no 2º Nível segundo Direcção X

<i>PISO</i>	φ	C_{sc}	C_c	C_{mar}	F	E_1	E_2	E_3	1º - E_{01}	2º - E_{02}	E_0
1	1,000	0	0,2753	0	1	0	0,2753	0	0,1927	0,2753	0,2753
2	0,800	0	0,3186	0	1	0	0,3186	0	0,1784	0,2549	0,2549
3	0,667	0	0,6121	0	1	0	0,6121	0	0,2857	0,4081	0,4081

Tabela IV. 36 - Determinação do E_0 , no 2º Nível segundo Direcção Y

<i>PISO</i>	φ	C_{sc}	C_c	C_{mar}	F	E_1	E_2	E_3	$1^\circ - E_{01}$	$2^\circ - E_{02}$	E_0
1	1,0000	0	0,2753	0	1	0	0,2753	0	0,1927	0,2753	0,2753
2	0,8000	0	0,3186	0	1	0	0,3186	0	0,1784	0,2549	0,2549
3	0,6667	0	0,6121	0	1	0	0,6121	0	0,2857	0,4081	0,4081

Tabela IV. 37 – Determinação de I_s , no 2º Nível segundo Direcção X

<i>PISO</i>	E_0	S_D	T	I_s
1	0,2753	0,8061	0,9889	0,2195
2	0,2549	0,8061	0,9889	0,2032
3	0,4081	0,8061	0,9879	0,3253

Tabela IV. 38 - Determinação de I_s , no 2º Nível segundo Direcção Y

<i>PISO</i>	E_0	S_D	T	I_s
1	0,2753	0,8061	0,9889	0,2195
2	0,2549	0,8061	0,9889	0,2032
3	0,4081	0,8061	0,9879	0,3253

4.4.2.2. CÁLCULO DO ÍNDICE DE SOLICITAÇÃO SÍSMICA - I_{S0}

Para determinação de I_{S0} são consideradas os seguintes factores:

- Solo com característica do tipo B, pois após feita uma recolha do terreno, observou-se características se enquadram no tipo B;
- A Moradia em estudo, situa-se no concelho do Estarreja, para acção sísmica do tipo I está inserido na zona 1.6, com aceleração de 0,35 e para acção sísmica do tipo II, enquadra-se na zona 2.4, com aceleração de 1,1;
- Coeficiente de importância do tipo II, γ_I é igual a um;

- Para terrenos do tipo B, o coeficiente de condições geotécnicas locais S , é considerado análogo aos valores apresentados no 2º caso de estudo.
- Como a aceleração é maior que 1m/s^2 , o parâmetro S é obtido conforme:

- $S_{MAX.(TIPO B) I} = 1,35$ e $S_{MAX.(TIPO B) II} = 1,35$;
- $a_g \text{ Tipo I} = 0,35 \rightarrow a_g \leq 1\text{m/s}^2 \rightarrow S = S_{MAX.} \rightarrow S_I = 1,35$
- $a_g \text{ Tipo II} = 1,10 \rightarrow 1\text{m/s}^2 \leq a_g \leq 4\text{m/s}^2$;
- $\rightarrow S = S_{MAX.} - \frac{S_{MAX}-1}{3} \times (a_g - 1)$
 $\Leftrightarrow S_{II} = 1,35 - \frac{1,35-1}{3} \times (1,1 - 1)$
 $\Leftrightarrow S_{II} = 1,338$

Desta forma, para o cálculo do índice de solicitação, é adoptado o valor mais alto resultante do produto entre a aceleração sísmica, o coeficiente de condições geotécnicas e o factor de correcção correspondente a cada acção sísmica, é igual a:

- $a_{gR} \cdot \gamma_1 \cdot S_1 = 0,35 \cdot 1,0 \cdot 1,35 = 0,4725$
- $a_{gR} \cdot \gamma_2 \cdot S_2 = 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,338 = 1,472$

$\Rightarrow a_{gR} \cdot \gamma \cdot S = 1,485$

Como se verificam todos os critérios de regularidade em altura, λ toma o valor de 0,85.

Para edifícios com sistema estrutural misto e média ductilidade, a relação entre α_u/α_1 , é igual a 1,3, sendo o valor de referência do coeficiente de comportamento obtido conform se segue:

- $q_0 = 3,0 \times 1,3 = 3,9$;

- Direcção X: $K_{wx} = 10,80/9,15 = 1,18;$

$$\Rightarrow 0,5 \leq K_w \leq 1,0 \Rightarrow K_w > 1, \text{então } K_w = 1,0$$

- Direcção Y: $K_{wy} = 10,80/10,10 = 1,07;$



$$q_x \text{ e } q_y = 3,9 \times 1,0 = 3,9 \geq 1,5 \text{ Ok}$$

Desta forma, o índice de Solicitação sísmica deverá ser determinado para ambas as direcções Longitudinal e Transversal:

$$I_{S0\ x/y} = \frac{2,5 \times a_{gR} \times S \times \gamma_1 \times \lambda_{x1}}{g \times q}$$

$$\Leftrightarrow I_{S0\ x/y} = \frac{2,5 \times 1,472 \times 0,85}{9,8 \times 3,9}$$

$$\Leftrightarrow I_{S0} = 0,082$$

4.4.2.3. COMPARAÇÃO DE I_S E I_{S0}

Obtidos os índices de Desempenho Sísmico e o Índice de Solicitação sísmica, por comparação directa dos mesmos, é verificada a segurança sísmica segundo as duas direcções, uma vez que o I_{S0} é inferior a I_S .

Observa-se de acordo com a Tabela IV.39 e IV.40, que os valores obtidos segundo a direcção x, para os dois níveis, apresentam uma variação significativa entre os mesmos, consequente de uma investigação mais detalhada e pormenorizada, resultante e restringida por elementos dúcteis.

Tabela IV. 39 – Comparação de I_s para os 2^a Níveis de Avaliação, segundo Direcção X

PISO	1^o NÍVEL			2^o NÍVEL		
	I_s	I_{s0}	VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA	I_s	I_{s0}	VERIFICAÇÃO SEGURANÇA
1	0,138	0,082	Segurança Verificada	0,219	0,082	Segurança Verificada
2	0,128	0,082	Segurança Verificada	0,203	0,082	Segurança Verificada
3	0,205	0,082	Segurança Verificada	0,325	0,082	Segurança Verificada

Após análise da relação entre piso e I_s , verifica-se que para o 2^o Nível de avaliação, é directamente proporcional, aumentando à medida que se sobe mais um piso, com excepção do 2 piso. Embora não se verifique discrepâncias expressivas entre o 1 e o 2^o piso, esta redução resulta do coeficiente de modificação ao corte.

Observa-se que os valores do índice desempenho sísmico são iguais nas duas direcções, quer no 1^o quer no 2^o nível de avaliação, esta prende-se com o facto da dimensão dos elementos estruturais ser igual longitudinalmente e na transversal.

Tabela IV. 40 - Comparação de I_s para os 2^a Níveis de Avaliação, segundo Direcção Y

PISO	1^o NÍVEL			2^o NÍVEL		
	I_s	I_{s0}	VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA	I_s	I_{s0}	VERIFICAÇÃO SEGURANÇA
1	0,138	0,082	Segurança Verificada	0,219	0,082	Segurança Verificada
2	0,128	0,082	Segurança Verificada	0,203	0,082	Segurança Verificada
3	0,205	0,082	Segurança Verificada	0,325	0,082	Segurança Verificada

Da análise dos gráficos ressalta que de um modo geral, verifica-se que o 3^oPiso apresenta valores extremamente elevados comparados com os restantes, esta situação está correlacionada essencialmente ao facto deste ser um dos pisos com mais massa associada, com um elevado coeficiente de resistência e uma grande variação do coeficiente de modificação.

Eixo Xx's - Comparação de I_s para 1º Nível e 2º Nível

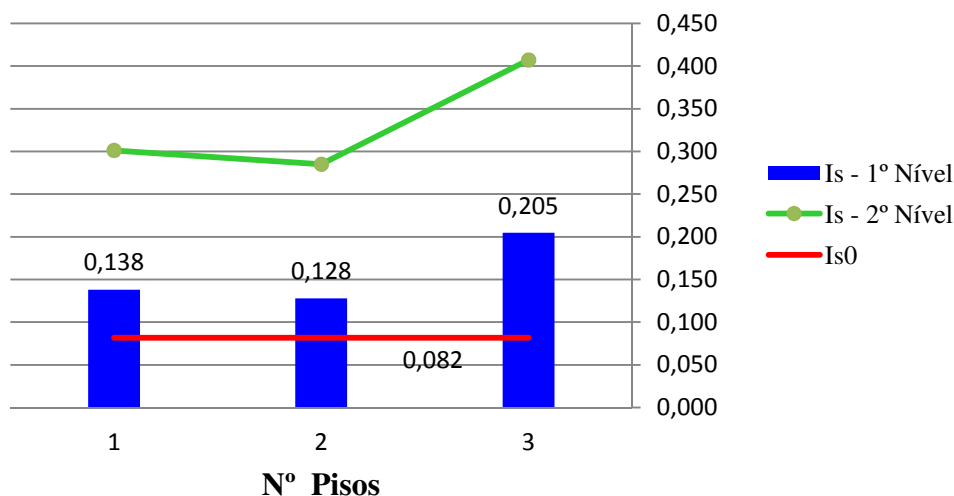


Gráfico IV. 5 – Índice de Solicitação Sísmica para o 1º e 2º Nível de Avaliação, segunda componente Horizontal

Eixo Yy's - Comparação de I_s para 1º Nível e 2º Nível

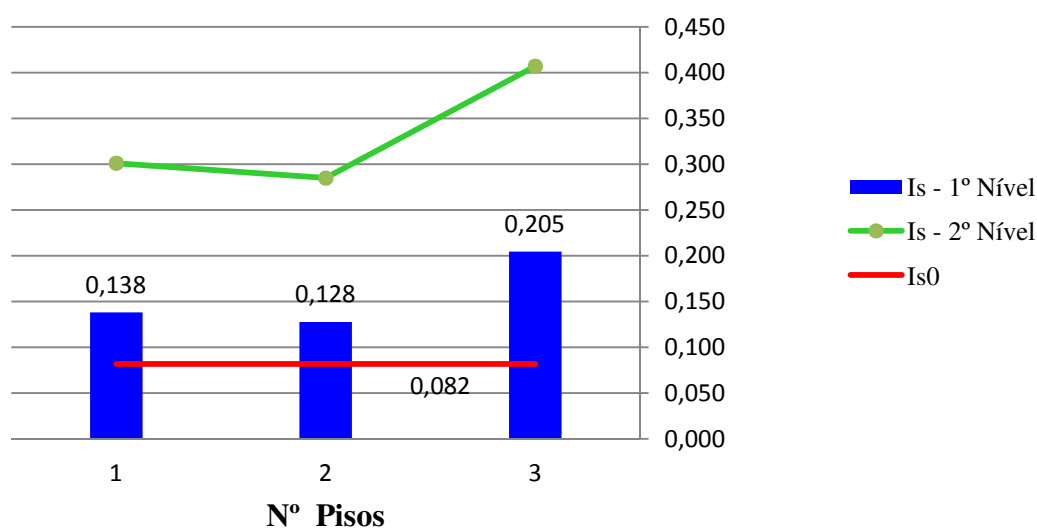


Gráfico IV. 6 - Índice de Solicitação Sísmica para o 1º e 2º Nível de Avaliação, segunda componente Vertical

Assim como os anteriores casos, o índice dos elementos não estruturais é determinado, embora o edifício apresente capacidade suficiente para resistir à ocorrência de sismos.

4.4.2.4. CÁLCULO DO ÍNDICE DE ELEMENTOS NÃO ESTRUTURAIS – I_N

▪ 1º Nível de Avaliação

Neste caso, a Moradia enquadra-se no grau de flexibilidade associado à estrutura (G_S) do tipo II e no grau de flexibilidade correspondente a elementos não estruturais (G_N) do tipo I, igual a 0,5, conforme resultados apresentados na Tabela IV.37, em todos os pisos e nas direcções em avaliação. Como se sabe que esta nunca sofreu qualquer tipo de danos, o sub-índice t toma valor igual a 0,5.

Neste caso, logo abaixo da superfície da parede encontra-se envolvente pertencente a área útil da Moradia, condição correspondente a $H=0,3$.

Verifica-se através dos dados obtidos de acordo com a seguinte Tabela, que o índice no 1º nível de avaliação é constante para todos os pisos e em ambas as direcções.

Tabela IV. 41 – Cálculo de I_N (em x e y)

<i>PISO</i>	<i>f</i>	<i>t</i>	<i>B</i>	<i>H</i>	<i>I_N</i>
1	0,5	0,5	0,75	0,3	0,775
2	0,5	0,5	0,75	0,3	0,775
3	0,5	0,5	0,75	0,3	0,775

▪ 2º Nível de Avaliação

Para obtenção do índice dos elementos não estruturais, para o 2º nível de avaliação foram considerados os seguintes dados:

- Capacidade de Ductilidade baixa (Os únicos elementos estruturais existentes em BA, são os pilares);

- Capacidade de Deflexão bastante baixa (Devido fachadas serem revestidas a cerâmico e pintadas);
- É desconhecida do edifício ter sofrido qualquer tipo de danos;
- A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas (Estrada Local e Varanda, no 1º piso o sub-índice toma valor igual a 0,5, e nos restantes toma valor unitário);

Verifica-se conforme resultados obtidos na Tabela IV.42 e IV.43, que embora no 2ºNível seja considerada a acção do desenvolvimento do segmento da superfície em avaliação, os resultados não dependem efectivamente da Unidade de comprimento da superfície da parede, pois esta assume valor unitário.

Tabela IV. 42 – Determinação de I_N - 2º Nível, segundo x

<i>PISO</i>	B_j	h_j	W_j	H_j	L_j	ΣL_j	$\frac{\Sigma B_j}{*W_j*H_j*L_j}$	I_N
1	0,500	2,200	0,814	0,350	4,780	18,300	0,68115	0,037
2	0,500	2,600	0,871	0,700	4,780	18,300	1,4579	0,080
3	0,500	2,600	0,871	0,700	4,780	18,300	1,4579	0,080

Tabela IV. 43 - Determinação de I_N - 2º Nível, segundo y

<i>PISO</i>	B_j	h_j	W_j	H_j	L_j	ΣL_j	$\frac{\Sigma B_j}{*W_j*H_j*L_j}$	I_N
1	0,500	2,200	0,814	0,350	4,750	20,200	0,67688	0,034
2	0,500	2,600	0,871	0,700	4,750	18,300	1,44875	0,079
3	0,500	2,600	0,871	0,700	4,750	18,300	1,44875	0,079

O índice dos elementos Não estruturais, aumenta do 1º piso para o 2º piso, verificando a partir deste se mantém constante.

4.5. COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS

O método japonês permite avaliar a segurança sísmica de edifícios através da determinação dos parâmetros I_S e I_N . Comparando os resultados obtidos, comparando-os de acordo com valores padrão de referência (I_{S0} e I_{N0}), é avaliada a capacidade e segurança do edifício. O índice I_N foi determinado para comparação dos resultados para cada um dos três edifícios estudados.

Da interpretação dos resultados obtidos, é importante ressaltar que para os diferentes cenários avaliados, de edifícios com diferentes tipologias construtivas, com diferentes idades, em locais com diferente perigosidade sísmica a segurança à acção sísmica de acordo com esta metodologia é verificada em todos os casos.

Na prática os sub-índices S_D e T reduzem a capacidade resistente que é quantificada pelo Índice I_S . Nestas condições, o Índice de Desempenho Sísmico representa efectivamente a contribuição do índice sísmico básico. Este varia em função do tipo de rotura e dos coeficientes de resistência dos elementos estruturais.

Dos três edifícios em estudo, o 1º caso é o único onde o valor correspondente à resistência das paredes não é nulo, devido à existência de uma caixa de elevadores em betão armado.

Nos três casos não se verifica a presença de elementos estruturais classificados como Pilares Curtos.

Tendo presente que uma das hipóteses simplificativas do método japonês é a consideração da distribuição linear do coeficiente de modificação ao corte, salienta-se que este factor é independente do sistema estrutural, e da distribuição das massas é notória nos 3º casos que este valor independentemente do edificio em estudo, do sistema estrutural, e da concentração da massas. Assim como referido por Albuquerque (2008), e como se pode observar através da análise conjunta dos 3 casos de estudo, a distribuição em altura das forças de inércia dadas pelo método japonês, depende somente deste factor de modificação.

Observa-se que o índice de solicitação sísmica para o 2º nível assume valores superiores ao correspondente obtido no 1º Nível. o 2º caso de estudo observou-se que o edifício não cumpria as condições de segurança sísmicas dadas para avaliação do 1º nível.

É de referir que embora o 1º e o 2º caso estejam localizados no mesmo concelho, não se obtêm o mesmo valor para o índice de solicitação sísmica. Em ambos os casos o valor da aceleração é igual, os edifícios são classificados estruturalmente como sistema porticado, e enquadram-se na mesma classe de importância. No entanto, as características intrínsecas do solo são diferentes nos dois casos. Esta variação é representada pelo coeficiente que traduz as condições geotécnicas locais.

Para o 2º e o 3º caso, apesar os terrenos apresentarem as mesmas características geotécnicas, como se encontram em zonas sísmicas distintas, o índice de solicitação sísmica é diferente.

Dos valores do índice de solicitação obtidos para os três casos, o maior valor foi obtido para o 2º caso na direcção x. Este valor mais desfavorável que resulta da aceleração à superfície do terreno (tipo A), do coeficiente que traduz as condições geotécnicas locais e o coeficiente de importância do edifício.

Comparando-se os valores I_S e I_{S0} , verifica-se sempre a segurança sísmica do edifício. No entanto, foram calculados, os valores de I_N , para os três edifícios em estudo, para comparação.

Face aos resultados obtidos quer para o 1º, quer para o 2º nível de avaliação, verifica-se que os valores do índice são mais baixos no 2º nível.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo resumem-se as principais conclusões dos estudos efectuados e são apresentadas algumas sugestões para futuros desenvolvimentos.

5.1.DISSCUSSÃO DOS RESULTADOS

A abordagem feita no âmbito do presente trabalho é, apenas um contributo incremental no domínio da avaliação da vulnerabilidade e do risco sísmico dos edifícios existentes de betão armado.

Com as análises desenvolvidas na presente Tese de Mestrado, pretendeu-se verificar a aplicabilidade do método japonês a edifícios correntes existentes em Portugal, com características estruturais distintas daquelas consideradas no desenvolvimento original do método.

De forma a verificar a viabilidade de aplicação desta metodologia, desenvolveu-se um modelo, que foi posteriormente aplicado a três casos de estudo, edifícios existentes localizados no norte/centro do país.

No método japonês, a segurança dos edifícios às acções sísmicas é verificada através da determinação do Índice de Desempenho Sísmico e da sua comparação com o índice de Solicitação Sísmica. Esta análise pode ser feita para os três níveis distintos de avaliação.

Num primeiro nível é feita uma análise preliminar do edifício considerando alguns factores ponderados, com base na simples observação do investigador. Neste nível sempre que se verifique necessário a comparação do índice relativo a elementos não estruturais com o índice de solicitação sísmica considerando estes elementos não estruturais.

Num segundo nível, a análise passa a ser feita de forma mais detalhada, pesando todas as observações feitas relativas a aspectos estruturais, nomeadamente: o grau e extensão das fissuras, deformações estruturais, grau de deterioração.

O 3º nível corresponde a uma investigação ainda mais pormenorizada das características intrínsecas estruturais e não estruturais do edifício em avaliação, recorrendo à extracção de provetes e execução de ensaios sobre os materiais. Esta análise já entra em consideração com força e módulo de elasticidade do betão, eventuais reparações e/ou reforços, e faz a avaliação da capacidade das secções dos elementos estruturais, considerando danos observados.

No caso dos resultados obtidos não verificarem a segurança sísmica do edifício, deverá ainda ser calculado o índice I_N e posteriormente comparado com I_{N0} .

A fácil e rápida aplicabilidade do método, evidencia as vantagens da sua utilização, embora se reconheça que para o 3º nível de avaliação este método exija já um grande rigor na recolha e tratamento da informação que dificulta a sua aplicabilidade em muitos casos.

Inicialmente, a metodologia de cálculo desenvolvida foi calibrada através da aplicação ao estudo anteriormente desenvolvido por Albuquerque (2008), com algumas adaptações necessárias associadas às diferenças nos procedimentos de cálculo.

Para testar a metodologia apresentam-se os resultados da sua aplicação na avaliação da vulnerabilidade sísmica de três casos e estudo, explicando detalhadamente os procedimentos de cálculo seguidos.

A aplicação deste método a edifícios existentes, representativos de parte importante do parque edificado nacional, permitiu alcançar as seguintes conclusões:

- O índice Sísmico Básico, é efectivamente influenciado pela resistência conferida pelos elementos estruturais, condicionada pelo respectivo tipo de rotura.

- Este índice quando não é aferido com precisão pode distorcer significativamente os resultados obtidos.
- E_0 pode ser obtido de forma mais precisa, substituindo os valores preconizados pelo método japonês pelos valores da tensão característica dos materiais.
- Verifica-se que o cálculo do coeficiente de modificação é mais rigoroso se for obtido com base na definição da distribuição das massas e alturas dos pisos do edifício. Pois independentemente do edifício em estudo o método preconiza valores para cada piso.
- A precisão do cálculo da capacidade resistente dos elementos estruturais depende do rigor da avaliação e do modo de rotura considerado.
- Verifica-se que o Índice de Solicitação Sísmica não depende somente da aceleração à superfície de um terreno do tipo A, mas é sim corrigido pelo correspondente espectro do tipo de terreno em estudo.
- Verifica-se que o índice de desempenho sísmico calculado para os casos de estudo é superior ao índice considerando os elementos não estruturais.
- O índice de desempenho sísmico depende efectivamente da influência que as paredes de alvenarias têm na frequência natural da estrutura.
- Uma vez que os resultados obtidos para o 1º Nível de Avaliação indicam uma maior vulnerabilidade sísmica, verifica-se para os casos de estudo analisados que 1º Nível de Avaliação é mais conservativo do que o 2º Nível.

Em suma, da aplicação do método japonês na avaliação da segurança sísmica dos três casos de estudo, verificou-se a segurança em todos os pisos e em ambas as direcções.

5.2.SUGESTÕES PARA FUTUROS DESENVOLVIMENTOS

O Método Japonês foi desenvolvido para as construções típicas no Japão, embora investigadores em outros países o tenham empreguem e adaptado a outras tipologias estruturais. A adaptação deste método ao nosso contexto nacional, pode ajudar na avaliação do risco dos edifícios.

Do trabalho desenvolvido nesta tese, das dificuldades encontradas e discutidas e das limitações do método, propõe-se os seguintes tópicos para desenvolvimento futuro:

- O modelo numérico desenvolvido deverá ser aplicado a outros casos de estudo, com diferentes tipologias estruturais;
- Aplicação da metodologia a edifícios inseridos em zonas com outros níveis de perigosidade sísmica;
- Melhorias a nível do grafismo das folhas de cálculo desenvolvidas;
- Comparação dos resultados obtidos com outras metodologias de avaliação da vulnerabilidade e risco sísmico;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E RECURSO WEB

REFERÊNCIAS

A

Albuquerque, P. (2008). *Metodologia de Avaliação da Vulnerabilidade Sísmica Estrutural do Ministério de Construção Japonês*. Lisboa, IST.

Appleton, J. (2006). O Megassismo de Lisboa no Século XXI ou vulnerabilidade sísmica do Parque edificado de Lisboa. [Em linha]. Disponível em <http://www.quintacidade.com/>. [Consultado a 19/09/2009].

B

Briosa, A. e Gala. (2001). *Factor Sísmico no Cálculo do Património*. Lisboa, 6º Congresso Nacional de Sismologia e Engenharia Sísmica.

C

Candeias, P. (2008). *Avaliação da Vulnerabilidade Sísmica de Edifícios de Alvenaria*. Minho, Universidade do Minho.

Carvalho, E. (2009). *Mitigação do Risco Sísmico em Portugal. O papel do LNEC*, Lisboa, LNEC.

César, M. e Cachim, P. (2007). *Análise e Desempenho Sísmico de um Pórtico Metálico de Travessas Inclinadas através Análises Não Lineares*. Lisboa, 6º Congresso Nacional de Sismologia e Engenharia Sísmica.

Coelho, E. e Candeias, P. (2007). *Alvenaria Moderna e os Sismos: A Experiência do LNEC*. Lisboa, LNEC.

Correia, F.(2005). As construções mais débeis em termos de segurança. *Ingenium..* 85 (1), pp 10-13.

Correia, L. (2009). *A Gaiola Pombalina*. Lisboa. Instituto Superior de Ciências Educativas.

Costa, A. (2000). *Segurança e Reforço Sísmico de Estruturas*. Aveiro. Universidade de Aveiro.

D

Decreto-Lei nº235/83 de 31 de Maio. *Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes*. Porto, Porto Editora.

F

Ferreira, J. (2006). Um Edifício com Isolamento Sísmico de Base. *Engenharia e Vida*, 25 (Junho), pp.26-33.

Ferreira, F. (2002). *Métodos Sísmicos: Curso de Pós-Graduação em Geologia Disciplina de Geofísica Exploratória*. Curitiba. Centro Politécnico.

Ferreira, T. (2009). *Avaliação da vulnerabilidade sísmica das paredes de fachada de edifícios em alvenaria*. Aveiro, Universidade de Aveiro.

G

Guerra, J. e Sampaio, P. (2001). *Análise de Estruturas - Noções Básicas de Sísmica de Edifícios*. Porto, UFP.

Guerreiro, L. (2003). *Sistemas de Isolamento Sísmico*. Monte da Caparica, Universidade Nova de Lisboa.

H

Hirosawa, M. (1981). *Proceedings of the second seminar on Repair and Retrofit of Structures*. Michigan 48109, University of Michigan and Arbor.

L

Lourenço, P. (2003). *As Estruturas de Terra e os Sismos*. Guimarães, Universidade do Minho.

Lourenço, P. e Vasconcelos, G. (2001). *Avaliação da segurança sísmica da Casa do Lanternim (Mértola)*. Guimarães, Universidade do Minho.

Lourenço, P. e Oliveira, D. (n.d.). *Métodos Simplificados para Análise da Vulnerabilidade Sísmica de Construções de Terra*. Guimarães, Universidade do Minho.

Mateus, A. (2000). Sismos, *Comunicar Ciência*, 4 (Março/ Maio). pp.7.

M

MINS, (n.d.). *Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica en Hospitales del Perú*. Espanha, MINS/ECHO/OPS-OMS.

Mota, J. (2008). *A Acção do Sismo nas estruturas – Workshop Unifor*. Fortaleza, DEECC e UFC.

N

Nakano, Y. (n.d.). *Seismic Rehabilitation of seismically vulnerable school Buildings in Japan*. Tokyo, Institute of Industrial Science.

Nunes, C. (2009). *Sismos – O Lugar da Resposta Arquitectónica*. Coimbra, Universidade de Coimbra.

O

Oliveira, D. (2001). *Redução do Risco Sísmico e Implicações no Imobiliário*. Guimarães, Universidade do Minho.

Oliveira, D. (2004). *Redução do Risco Sísmico e Implicações no Imobiliário*. Guimarães, Universidade do Minho.

P

PAHO, (2000). *Principles of Disaster Mitigation in Health Facilities*. Washington, Disaster Mitigation Series.

Proença, J. (2004). *Avaliação da Vulnerabilidade Sísmica de Instalações Hospitalares*. Lisboa, IST.

R

Rodrigues, L. (2009). *Metodologia Simplificadas de Avaliação Sísmica de Edifícios de BA*. Aveiro, Universidade de Aveiro.

Roque, J. e Lourenço, P. (2004). *Métodos Simplificados na Avaliação de Edifícios Históricos*. Lisboa, 6º Congresso Nacional de Sismologia e Engenharia Sísmica.

S

Saraiva, J. e Appleton, J. (2006). *Avaliação da Capacidade Sísmica de Edifícios de Betão Armado de acordo com Eurocódigo 8 – Parte 3*, Lisboa. 4ª Jornadas Portuguesas de Engenharia de Estruturas.

Senos, M. e Carrilho, F. (2003). *Seismicity of Portugal Mainland*. Lisboa, Instituto de Meteorologia.

Stolovas, E. (2009). *Metodologia de Avaliação simplificada da vulnerabilidade sísmica de estruturas e sua adaptação ao Brasil*, Engenharia, nº592, p. 126.

T

Teixeira,R. cit in Nunes,C. (2009). *Sismos – O Lugar da Resposta Arquitectónica*. Coimbra, Universidade de Coimbra.

U

Unemura, H. (n.d). *A Guideline to Evaluate Seismic Performance of Existing Medium and Low-rise Reinforced concrete Building and its Application*. Japão,

UNDRO cit. in Nunes, C. (2009). *Sismos – O Lugar da Resposta Arquitectónica*. Coimbra, Universidade de Coimbra.

RECURSOS WEB

TSF, (2010). *Sismo foi o «maior desde 1969», diz presidente de Instituto de Meteorologia*. [Em linha]. Disponível em <http://tsf.sapo.pt/paginainicial/Vida/>. [Consultado em 19/01/2010]

DN, (2010). *Sismo forte arrasará com Lisboa*. [Em linha]. Disponível em <http://dn.sapo.pt/inicio>. [Consultado em 19/01/2010]

J.N, (2010). *Sismo arrasa capital do Haiti*. [Em linha]. Disponível em <http://jn.sapo.pt/>. [Consultado em 19/01/2010].

LNEC, (2010). Risco sísmico em Portugal. [Em linha]. Disponível em <http://www-ext.lnec.pt/> [Consultado em 19/01/2010]

FE.UP, (2008). *Dinâmica das Estruturas*. [Em Linha]. Disponível em <http://civil.fe.up.pt/pub/apoio/ano5/>. [Consultado em 14/04/2010].

Euro news, (2009). *Violento Sismo em Itália*. [Em Linha]. Disponível em pt.euronews.net. [Consultado em 26/11/2009].

Foram ainda consultados os seguintes:

<http://www.meteo.pt/pt/sismologia/>.

<http://www.emsc-csem.org/>.

<http://earthquake.usgs.gov/>.

<http://www.iris.edu/seismon/>.

<http://earthquake.usgs.gov/recenteqsww/>.

<http://edtech.kennesaw.edu/web/earthqu.html>.

<http://quake.abag.ca.gov/links/>.

<http://www.fema.gov/hazard/earthquake/>.

<http://www.lnec.pt/>.

<http://www.isc.ac.uk/>.

<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/>.

ANEXOS

APÊNDICE A1

A.1.1 CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES DE RESISTÊNCIA

O sub-índice de resistência dos elementos estruturais é dado pelas seguintes equações:

$$C_{sc} = \frac{\tau_{sc} \times a_{sc}}{\sum w} \times \beta_c$$

$$C_w = \frac{\tau_{w1} \times a_{w1} + \tau_{w2} \times a_{w2} + \tau_{w3} \times a_{w3}}{\sum w} \times \beta_c$$

$$C_c = \frac{\tau_{c1} \times a_{c1} + \tau_{c2} \times a}{\sum w} \times \beta_c$$

$$\beta_c = \frac{F_c}{20} \quad \text{se } F_c \leq 20 \text{ MPa}$$

$$\beta_c = \sqrt{\frac{F_c}{20}} \quad \text{se } F_c > 20 \text{ MPa}$$

Sabendo que:

- τ_{w1} – Tensão média ao corte ao estado limite último de paredes com pilares na extremidade, que pode ser tomada como 3 N/mm²;
- τ_{w2} – Tensão média ao corte ao estado limite último de paredes com um pilar na extremidade, que pode ser tomada como 2 N/mm²;
- τ_{w3} – Tensão média ao corte ao estado limite último de paredes sem pilares nas extremidades ou na extremidade, que pode ser tomada como 1 N/mm²;
- τ_{c1} – Tensão média ao corte ao estado limite último dos pilares em que a relação h_0/D é menor do que 6, que pode ser tomada como 1 N/mm²;
- τ_{c2} – Tensão média ao corte ao estado limite último dos pilares em que a relação h_0/D é maior do que 6, que pode ser tomada como 0,7 N/mm²;

- τ_{sc} – Tensão média ao corte ao estado limite último dos pilares curtos, que pode ser tomada como $1,5 \text{ N/mm}^2$;
- a_{w1} – Rácio entre o Somatório das áreas da secção transversal das paredes com dois pilares de extremidade no piso e orientadas na direcção em avaliação e o somatório da área dos pisos = $A_{w1}/\Sigma A_f (\text{cm}^2/\text{m}^2)$;
- a_{w2} – Rácio entre o Somatório das áreas da secção transversal das paredes com uma coluna de extremidade no piso e orientadas na direcção em avaliação e o somatório da área dos pisos = $A_{w1}/\Sigma A_f (\text{cm}^2/\text{m}^2)$;
- a_{w3} – Rácio entre o Somatório das áreas da secção transversal das paredes sem coluna de extremidade no piso e orientadas na direcção em avaliação e o somatório da área dos pisos = $A_{w1}/\Sigma A_f (\text{cm}^2/\text{m}^2)$;
- A_{w1} – Somatório da área efectiva da secção transversal das paredes com dois pilares de extremidade do piso em avaliação (cm^2);
- A_{w2} – Somatório da área efectiva da secção transversal das paredes sem coluna de extremidade do piso em avaliação (cm^2);
- A_{w3} – Somatório da área efectiva da secção transversal das paredes com uma coluna de extremidade do piso em avaliação (cm^2);
- a_{sc} – Rácio entre o Somatório das áreas da secção transversal dos pilares curtos ou daqueles cujas áreas foram desprezadas no cálculo das áreas dos pilares e o somatório da área dos pisos = $A_{sc}/\Sigma A_f (\text{cm}^2/\text{m}^2)$;
- A_{sc} – Somatório da área efectiva da secção transversal dos pilares curtos no piso em avaliação (cm^2);
- a_{c1} – Rácio entre o Somatório das áreas da secção transversal dos pilares isolados ou daqueles cujas áreas foram desprezadas no cálculo das áreas das paredes e o somatório da área dos pisos = $A_{c1}/\Sigma A_f (\text{cm}^2/\text{m}^2)$;
- a_{c2} – Rácio entre o Somatório Soma das áreas da secção transversal dos pilares anteriormente referidos cuja relação $h_0/D > 6$ e o somatório da área dos pisos (mm^2) = $A_{c2}/\Sigma A_f (\text{cm}^2/\text{m}^2)$;
- A_c – Somatório da área efectiva da secção transversal dos pilares no piso em avaliação, o pilar considerado no cálculo da A_{w1} ou A_{w2} não devem ser contabilizadas. (cm^2);
- ΣA_f – Somatório da área do piso a seguir ao piso em avaliação (m^2);

- ΣW – Peso total (Somatório da acção sísmica do pesos próprio e sobrecarga regulamentar), suportado pelo piso em avaliação (de acordo com as normativas estima-se 12KN/m², podendo este ser ou não considerado);
- F_C – Tensão de rotura do betão á compressão em N/ mm², podendo ser considerada como Tensão de cálculo, por segurança esta não deverá ser superior a 20KN/m²;
- β_C – Factor de correcção da classe de resistência correspondente à classe de betão;

A.1.2 ADAPTAÇÃO DO ÍNDICE IS0 E IS AO CONTEXTO NACIONAL

$$I_s > I_{s0}$$

Substituindo o índice de desempenho sísmico pela Equação (1) obtém-se:

$$\Leftrightarrow E_0 \times G \times S_D \times T \geq I_{s0}$$

Substituindo o Sub-índice Sísmico Básico de comportamento estrutural pela Equação (3), obtém-se:

$$\Leftrightarrow \frac{n+1}{n+i} (C_{sc} + \alpha_2 \cdot C_w + \alpha_3 \cdot C_c) \times F_{sc} \times G \times S_D \times T \geq I_{s0}$$

Tomando o sub-índice G o valor de 1, e assumindo que S_D e T também são unitários, uma vez que estes coeficientes apenas afectam globalmente a estrutura, a resistência máxima pode ser obtida através da seguinte expressão:

$$\Leftrightarrow \phi \times \left(\frac{\tau_{sc,i} \times A_{sc,i}}{\Sigma w} \times \beta_c + \alpha_2 \times \frac{\tau_{w,i} \times A_{w,i}}{\Sigma w} \times \beta_c + \alpha_3 \times \frac{\tau_{c,i} \times A_{c,i}}{\Sigma w} \times \beta_c \right) \times F_{sc} \geq I_{s0}$$

$$\Leftrightarrow \left(\frac{\tau_{sc,i} \times A_{sc,i}}{\Sigma w} \times \beta_c + \alpha_2 \times \frac{\tau_{w,i} \times A_{w,i}}{\Sigma w} \times \beta_c + \alpha_3 \times \frac{\tau_{c,i} \times A_{c,i}}{\Sigma w} \times \beta_c \right) \times F_{sc} \geq \frac{I_{s0}}{\phi}$$

$$\Leftrightarrow (V_{sc,i} + \alpha_2 \times V_{w,i} + \alpha_3 \times V_{c,i}) \times F_{sc} \geq \frac{I_{s0}}{\phi} xg \sum M_i$$

$$\Leftrightarrow V_{Rd,i} \geq V_{Sd,i}$$

Sendo que:

$V_{Rd,i}$ – Força de corte mobilizada pelo conjunto dos vários elementos estruturais;

$V_{Sd,i}$ – Força de corte mobilizada pelo conjunto dos vários elementos estruturais

A.1.3 VALORES DOS PARÂMETROS DE CONDIÇÕES GEOTÉCNICAS LOCAIS MÁXIMO

Tabela A.1. 1 – Valores dos parâmetros de configuração espectral Sismo do Tipo 1
(Anexo E.C. 8, 2010)

<i>TIPOS DE TERRENO</i>	S _{MAX}	T _B (S)	T _C (S)	T _D (S)
A	1	0,1	0,6	2
B	1,35	0,1	0,6	2
C	1,6	0,1	0,6	2
D	2,0	0,1	0,8	2
E	1,8	0,1	0,6	2

Tabela A.1. 2 - Valores dos parâmetros de configuração espectral Sismo do Tipo 2
(Anexo E.C. 8, 2010)

<i>TIPOS</i> <i>TERRENO</i>	<i>DE</i> S_{MAX}	T_B (S)	T_C (S)	T_D (S)
A	1	0,1	0,25	2
B	1,35	0,1	0,25	2
C	1,6	0,1	0,25	2
D	2,0	0,1	0,3	2
E	1,8	0,1	0,25	2

A.1.4 METODOLOGIA DE CÁLCULO DO COEFICIENTE DE COMPORTAMENTO

Tabela A.1. 3 – Classificação de Tipos de Estruturas

<i>ESTRUTURA</i>	<i>DESCRIÇÃO</i>
Sistema em Pórtico	Estrutura em que as acções verticais e horizontais são maioritariamente resistidas pelo conjunto pilar – viga (pórticos), cuja resistência ao corte na base do edifício é superior a 65% da capacidade resistente da total da estrutura;
Sistema Misto	Estrutura em que as cargas verticais são maioritariamente resistidas pelo conjunto pilar-vigas (pórticos) e as cargas horizontais por paredes resistentes;
Sistema de paredes dúcteis	Estrutura em que a rotação relativa da base das paredes em relação ao resto do edifício é impedida, e que foi dimensionada e pormenorizada de forma a dissipar energia em zonas onde se formam rótulas plásticas, livres de aberturas.);
Sistema com grandes paredes pouco armadas	Estrutura constituída sobretudo por paredes de grande secção transversal, em que a maior dimensão em planta tem que ser superior a 4,0 m (l_w) ou a 2/3 da altura da parede (h_w).
Sistema de pêndulo invertido	Estrutura em que 50% ou mais da massa do edifício está concentrada no último terço (mais elevado) do edifício ou aquela em que a dissipação de energia se dá, sobretudo, na base do edifício;
Sistema sensível aos esforços globais de torção	Sistema misto ou de parede que não possui um mínimo de rigidez à torção, como é exemplo um sistema estrutural misto em que as paredes estão junto ao centro do edifício em planta

Tabela A.1. 4 – Valores do Coeficiente de comportamento de Referência (q_0) para sistemas estruturais regulares em altura
(Anexo E.C. 8, 2010)

<i>SISTEMA ESTRUTURAL</i>	<i>DCM</i>	<i>DCH</i>
Pórtico, misto, paredes acopladas	$3,0 \times \alpha_u / \alpha_1$	$4,5 \times \alpha_u / \alpha_1$
Paredes não-acopladas	3,0	$4,0 \times \alpha_u / \alpha_1$
Sensível aos esforços globais de torção	2,0	3,0
Pêndulo invertido	1,5	2,0

De acordo com o EC, para edifícios não regulares em altura, o valor de q_0 deverá ser reduzido em 20%.

Em que:

- α_1 – valor pelo qual a acção sísmica horizontal de cálculo é multiplicada para ser atingida pela primeira vez a resistência à flexão em qualquer elemento da estrutura, mantendo-se constantes todas as outras acções de cálculo;
- α_u – valor pelo qual a acção sísmica horizontal de cálculo é multiplicada para formar rótulas plásticas num número de secções suficiente para provocar a instabilidade global da estrutura, mantendo-se constantes todas as outras acções de cálculo.

Para os valores de α_u / α_1 podem ser adoptar os seguintes valores

i) Sistemas Porticados ou sistemas mistos equivalentes a pórticos:

- Edifícios de um só piso: $\alpha_u / \alpha_1 = 1,1$;
- Edifícios de vários pisos, pórticos com um só tramo: $\alpha_u / \alpha_1 = 1,2$;
- Edifícios de vários pisos, pórticos ou sistemas mistos equivalentes a pórticos com vários tramos: $\alpha_u / \alpha_1 = 1,3$;

i) Sistemas de Paredes ou Sistemas mistos equivalentes a paredes:

- Sistema de paredes unicamente com 2 paredes não acopladas em cada direcção horizontal: $\alpha_u / \alpha_1 = 1,0$;
- Outros sistemas de paredes não acopladas: $\alpha_u / \alpha_1 = 1,1$;
- Sistemas mistos equivalentes a paredes ou sistemas de paredes acopladas: $\alpha_u / \alpha_1 = 1,2$;

Para o coeficiente K_w , este reflecte a esbelteza predominante das paredes do sistema estrutural, considerando-se o seguinte:

- Para sistemas porticados ou sistemas mistos equivalentes a pórticos: $K_w = 1,00$;
- Para sistemas de paredes e sistemas torsionalmente flexíveis: $K_w (1 + \alpha_0)/3 \leq 1$ mas não inferiores a 0,5;

Se a esbelteza de todas as paredes não diferirem significativamente entre elas, poderá-se usar a seguinte expressão para cálculo:

$$\alpha_0 = \Sigma h_{wi} / \Sigma l_{wi}$$

Sabendo que:

- h_{wi} – altura da parede i;
- l_{wi} – comprimento da secção da parede de i;

APÊNDICE A2

A.2.1 CASO DE ESTUDO Nº1

A.2.2 CASO DE ESTUDO Nº2

A.2.3 CASO DE ESTUDO Nº3

ANEXOS

APÊNDICE A1

A.1.1 CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES DE RESISTÊNCIA

O sub-índice de resistência dos elementos estruturais é dado pelas seguintes equações:

$$C_{sc} = \frac{\tau_{sc} \times a_{sc}}{\sum w} \times \beta_c$$

$$C_w = \frac{\tau_{w1} \times a_{w1} + \tau_{w2} \times a_{w2} + \tau_{w3} \times a_{w3}}{\sum w} \times \beta_c$$

$$C_c = \frac{\tau_{c1} \times a_{c1} + \tau_{c2} \times a}{\sum w} \times \beta_c$$

$$\beta_c = \frac{F_c}{20} \quad \text{se } F_c \leq 20 \text{ MPa}$$

$$\beta_c = \sqrt{\frac{F_c}{20}} \quad \text{se } F_c > 20 \text{ MPa}$$

Sabendo que:

- τ_{w1} – Tensão média ao corte ao estado limite último de paredes com pilares na extremidade, que pode ser tomada como 3 N/mm²;
- τ_{w2} – Tensão média ao corte ao estado limite último de paredes com um pilar na extremidade, que pode ser tomada como 2 N/mm²;
- τ_{w3} – Tensão média ao corte ao estado limite último de paredes sem pilares nas extremidades ou na extremidade, que pode ser tomada como 1 N/mm²;
- τ_{c1} – Tensão média ao corte ao estado limite último dos pilares em que a relação h_0/D é menor do que 6, que pode ser tomada como 1 N/mm²;
- τ_{c2} – Tensão média ao corte ao estado limite último dos pilares em que a relação h_0/D é maior do que 6, que pode ser tomada como 0,7 N/mm²;

- τ_{sc} – Tensão média ao corte ao estado limite último dos pilares curtos, que pode ser tomada como $1,5 \text{ N/mm}^2$;
- a_{W1} – Rácio entre o Somatório das áreas da secção transversal das paredes com dois pilares de extremidade no piso e orientadas na direcção em avaliação e o somatório da área dos pisos = $A_{W1}/\Sigma A_f (\text{cm}^2/\text{m}^2)$;
- a_{W2} – Rácio entre o Somatório das áreas da secção transversal das paredes com uma coluna de extremidade no piso e orientadas na direcção em avaliação e o somatório da área dos pisos = $A_{W1}/\Sigma A_f (\text{cm}^2/\text{m}^2)$;
- a_{W3} – Rácio entre o Somatório das áreas da secção transversal das paredes sem coluna de extremidade no piso e orientadas na direcção em avaliação e o somatório da área dos pisos = $A_{W1}/\Sigma A_f (\text{cm}^2/\text{m}^2)$;
- A_{W1} – Somatório da área efectiva da secção transversal das paredes com dois pilares de extremidade do piso em avaliação (cm^2);
- A_{W2} – Somatório da área efectiva da secção transversal das paredes sem coluna de extremidade do piso em avaliação (cm^2);
- A_{W3} – Somatório da área efectiva da secção transversal das paredes com uma coluna de extremidade do piso em avaliação (cm^2);
- a_{sc} – Rácio entre o Somatório das áreas da secção transversal das pilares curtos ou daqueles cujas áreas foram desprezadas no cálculo das áreas dos pilares e o somatório da área dos pisos = $A_{sc}/\Sigma A_f (\text{cm}^2/\text{m}^2)$;
- A_{sc} – Somatório da área efectiva da secção transversal das pilares curtos no piso em avaliação (cm^2);
- a_{C1} – Rácio entre o Somatório das áreas da secção transversal dos pilares isolados ou daqueles cujas áreas foram desprezadas no cálculo das áreas das paredes e o somatório da área dos pisos = $A_{C1}/\Sigma A_f (\text{cm}^2/\text{m}^2)$;
- a_{C2} – Rácio entre o Somatório Soma das áreas da secção transversal dos pilares anteriormente referidos cuja relação $h_0/D > 6$ e o somatório da área dos pisos (mm^2) = $A_{C2}/\Sigma A_f (\text{cm}^2/\text{m}^2)$;
- A_C – Somatório da área efectiva da secção transversal dos pilares no piso em avaliação, o pilar considerado no cálculo da A_{W1} ou A_{W2} não devem ser contabilizadas. (cm^2);
- ΣA_f – Somatório da área do piso a seguir ao piso em avaliação (m^2);

- ΣW – Peso total (Somatório da acção sísmica do pesos próprio e sobrecarga regulamentar), suportado pelo piso em avaliação (de acordo com as normativas estima-se 12KN/m², podendo este ser ou não considerado);
- F_C – Tensão de rotura do betão á compressão em N/ mm², podendo ser considerada como Tensão de cálculo, por segurança esta não deverá ser superior a 20KN/m²;
- β_C – Factor de correcção da classe de resistência correspondente à classe de betão;

A.1.2 ADAPTAÇÃO DO ÍNDICE IS0 E IS AO CONTEXTO NACIONAL

$$I_s > I_{s0}$$

Substituindo o índice de desempenho sísmico pela Equação (1) obtém-se:

$$\Leftrightarrow E_0 \times G \times S_D \times T \geq I_{s0}$$

Substituindo o Sub-índice Sísmico Básico de comportamento estrutural pela Equação (3), obtém-se:

$$\Leftrightarrow \frac{n+1}{n+i} (C_{sc} + \alpha_2 \cdot C_w + \alpha_3 \cdot C_c) \times F_{sc} \times G \times S_D \times T \geq I_{s0}$$

Tomando o sub-índice G o valor de 1, e assumindo que S_D e T também são unitários, uma vez que estes coeficientes apenas afectam globalmente a estrutura, a resistência máxima pode ser obtida através da seguinte expressão:

$$\Leftrightarrow \phi \times \left(\frac{\tau_{sc,i} \times A_{sc,i}}{\Sigma w} \times \beta_c + \alpha_2 \times \frac{\tau_{w,i} \times A_{w,i}}{\Sigma w} \times \beta_c + \alpha_3 \times \frac{\tau_{c,i} \times A_{c,i}}{\Sigma w} \times \beta_c \right) \times F_{sc} \geq I_{s0}$$

$$\Leftrightarrow \left(\frac{\tau_{sc,i} \times A_{sc,i}}{\Sigma w} \times \beta_c + \alpha_2 \times \frac{\tau_{w,i} \times A_{w,i}}{\Sigma w} \times \beta_c + \alpha_3 \times \frac{\tau_{c,i} \times A_{c,i}}{\Sigma w} \times \beta_c \right) \times F_{sc} \geq \frac{I_{s0}}{\phi}$$

$$\Leftrightarrow (V_{sc,i} + \alpha_2 \times V_{w,i} + \alpha_3 \times V_{c,i}) \times F_{sc} \geq \frac{I_{s0}}{\phi} xg \sum M_i$$

$$\Leftrightarrow V_{Rd,i} \geq V_{Sd,i}$$

Sendo que:

$V_{Rd,i}$ – Força de corte mobilizada pelo conjunto dos vários elementos estruturais;

$V_{Sd,i}$ – Força de corte mobilizada pelo conjunto dos vários elementos estruturais

A.1.3 VALORES DOS PARÂMETROS DE CONDIÇÕES GEOTÉCNICAS LOCAIS MÁXIMO

Tabela A.1. 1 – Valores dos parâmetros de configuração espectral Sismo do Tipo 1
(Anexo E.C. 8, 2010)

TIPOS TERRENO	DE	S_{MAX}	T_B (S)	T_C (S)	T_D (S)
A	1	0,1	0,6	2	
B	1,35	0,1	0,6	2	
C	1,6	0,1	0,6	2	
D	2,0	0,1	0,8	2	
E	1,8	0,1	0,6	2	

Tabela A.1. 2 - Valores dos parâmetros de configuração espectral Sismo do Tipo 2
(Anexo E.C. 8, 2010)

TIPOS TERRENO	DE	S_{MAX}	T_B (S)	T_C (S)	T_D (S)
A	1	0,1	0,25	2	
B	1,35	0,1	0,25	2	
C	1,6	0,1	0,25	2	
D	2,0	0,1	0,3	2	
E	1,8	0,1	0,25	2	

A.1.4 METODOLOGIA DE CÁLCULO DO COEFICIENTE DE COMPORTAMENTO

Tabela A.1. 3 – Classificação de Tipos de Estruturas

<i>ESTRUTURA</i>	<i>DESCRIÇÃO</i>
Sistema em Pórtico	Estrutura em que as acções verticais e horizontais são maioritariamente resistidas pelo conjunto pilar – viga (pórticos), cuja resistência ao corte na base do edifício é superior a 65% da capacidade resistente da total da estrutura;
Sistema Misto	Estrutura em que as cargas verticais são maioritariamente resistidas pelo conjunto pilar-vigas (pórticos) e as cargas horizontais por paredes resistentes;
Sistema de paredes dúcteis	Estrutura em que a rotação relativa da base das paredes em relação ao resto do edifício é impedida, e que foi dimensionada e pormenorizada de forma a dissipar energia em zonas onde se formam rótulas plásticas, livres de aberturas.);
Sistema com grandes paredes pouco armadas	Estrutura constituída sobretudo por paredes de grande secção transversal, em que a maior dimensão em planta tem que ser superior a 4,0 m (l_w) ou a 2/3 da altura da parede (h_w).
Sistema de pêndulo invertido	Estrutura em que 50% ou mais da massa do edifício está concentrada no último terço (mais elevado) do edifício ou aquela em que a dissipação de energia se dá, sobretudo, na base do edifício;
Sistema sensível aos esforços globais de torção	Sistema misto ou de parede que não possui um mínimo de rigidez à torção, como é exemplo um sistema estrutural misto em que as paredes estão junto ao centro do edifício em planta

Tabela A.1. 4 – Valores do Coeficiente de comportamento de Referência (q_0) para sistemas estruturais regulares em altura
(Anexo E.C. 8, 2010)

<i>SISTEMA ESTRUTURAL</i>	<i>DCM</i>	<i>DCH</i>
Pórtico, misto, paredes acopladas	$3,0 \times \alpha_u / \alpha_1$	$4,5 \times \alpha_u / \alpha_1$
Paredes não-acopladas	3,0	$4,0 \times \alpha_u / \alpha_1$
Sensível aos esforços globais de torção	2,0	3,0
Pêndulo invertido	1,5	2,0

De acordo com o EC, para edifícios não regulares em altura, o valor de q_0 deverá ser reduzido em 20%.

Em que:

- α_1 – valor pelo qual a acção sísmica horizontal de cálculo é multiplicada para ser atingida pela primeira vez a resistência à flexão em qualquer elemento da estrutura, mantendo-se constantes todas as outras acções de cálculo;
- α_u – valor pelo qual a acção sísmica horizontal de cálculo é multiplicada para formar rótulas plásticas num número de secções suficiente para provocar a instabilidade global da estrutura, mantendo-se constantes todas as outras acções de cálculo.

Para os valores de α_u / α_1 podem ser adoptar os seguintes valores

i) Sistemas Porticados ou sistemas mistos equivalentes a pórticos:

- Edifícios de um só piso: $\alpha_u / \alpha_1 = 1,1$;
- Edifícios de vários pisos, pórticos com um só tramo: $\alpha_u / \alpha_1 = 1,2$;
- Edifícios de vários pisos, pórticos ou sistemas mistos equivalentes a pórticos com vários tramos: $\alpha_u / \alpha_1 = 1,3$;

i) Sistemas de Paredes ou Sistemas mistos equivalentes a paredes:

- Sistema de paredes unicamente com 2 paredes não acopladas em cada direcção horizontal: $\alpha_u / \alpha_1 = 1,0$;
- Outros sistemas de paredes não acopladas: $\alpha_u / \alpha_1 = 1,1$;
- Sistemas mistos equivalentes a paredes ou sistemas de paredes acopladas: $\alpha_u / \alpha_1 = 1,2$;

Para o coeficiente K_w , este reflecte a esbelteza predominante das paredes do sistema estrutural, considerando-se o seguinte:

- Para sistemas porticados ou sistemas mistos equivalentes a pórticos: $K_w = 1,00$;
- Para sistemas de paredes e sistemas torsionalmente flexíveis: $K_w (1 + \alpha_0)/3 \leq 1$ mas não inferiores a 0,5;

Se a esbelteza de todas as paredes não diferirem significativamente entre elas, poderá-se usar a seguinte expressão para cálculo:

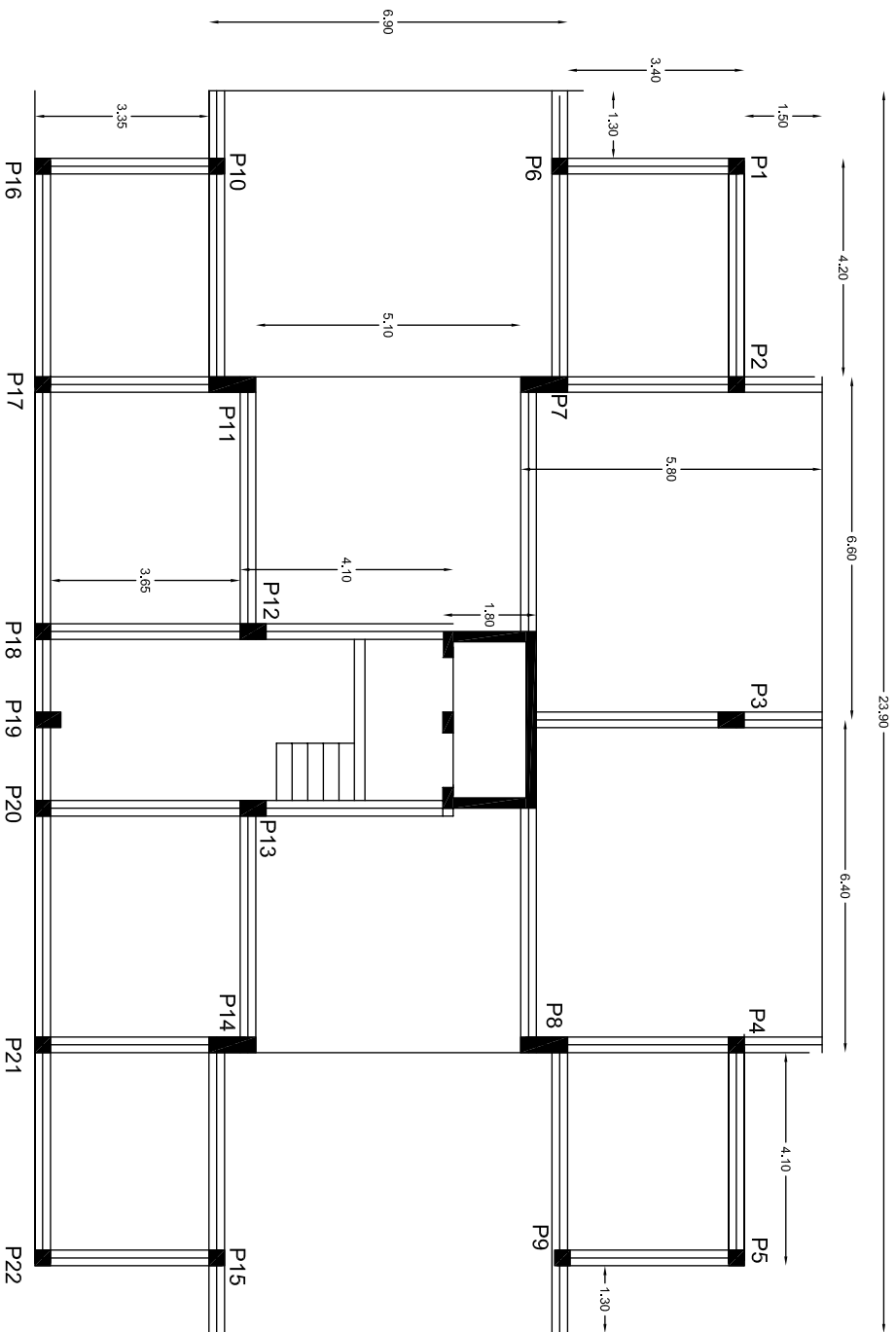
$$\alpha_0 = \Sigma h_{wi} / \Sigma l_{wi}$$

Sabendo que:

- h_{wi} – altura da parede i;
- l_{wi} – comprimento da secção da parede de i;

APÊNDICE A2

A.2.1 CASO DE ESTUDO Nº1



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALA: 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Novembro de 1987

ESPECIALIDADE

Estabilidade

OBRA:

Caso nº1 - Edifício Habitacional Ermesinde

LOCAL:

Praceta Rainha Vitória - Ermesinde

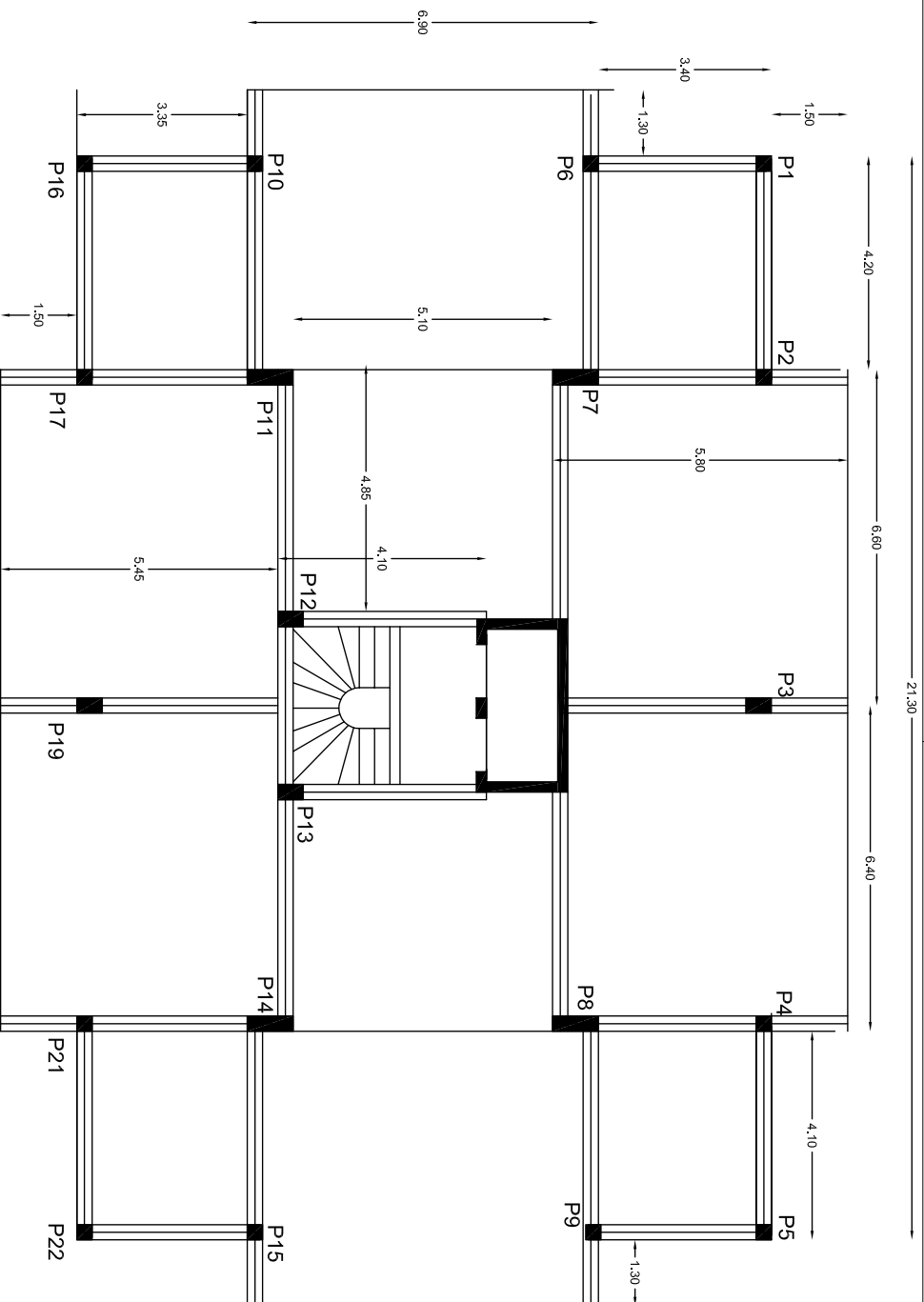
DESIGNAÇÃO:

Planta do Rés do Chão

DESENHO Nº: 1 / 17

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Laje do Piso 1º e 2º



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALA: 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Novembro de 1987

ESPECIALIDADE

Estabilidade

OBRA:

Caso nº1 - Edifício Habitacional Ermesinde

LOCAL:

Praceta Rainha Vitória - Ermesinde

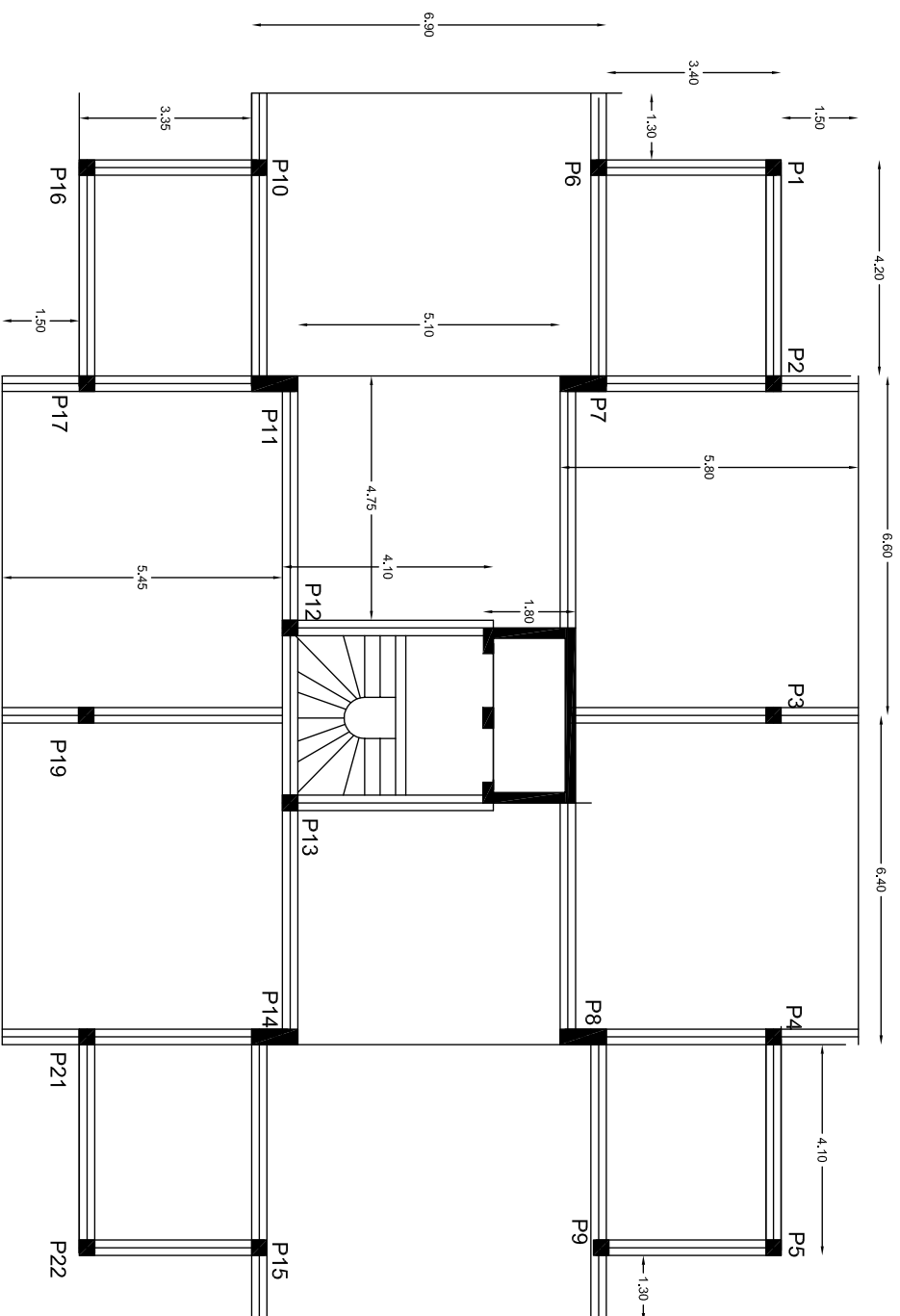
DESIGNAÇÃO:

Planta do 1º e 2º Piso

DESENHO Nº: 21/17

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Laje do 3º Piso ao 7º



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALA: 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Novembro de 1987

ESPECIALIDADE

Estabilidade

OBRA:

Caso nº1 - Edifício Habitacional Ermesinde

LOCAL:

Praceta Rainha Vitória - Ermesinde

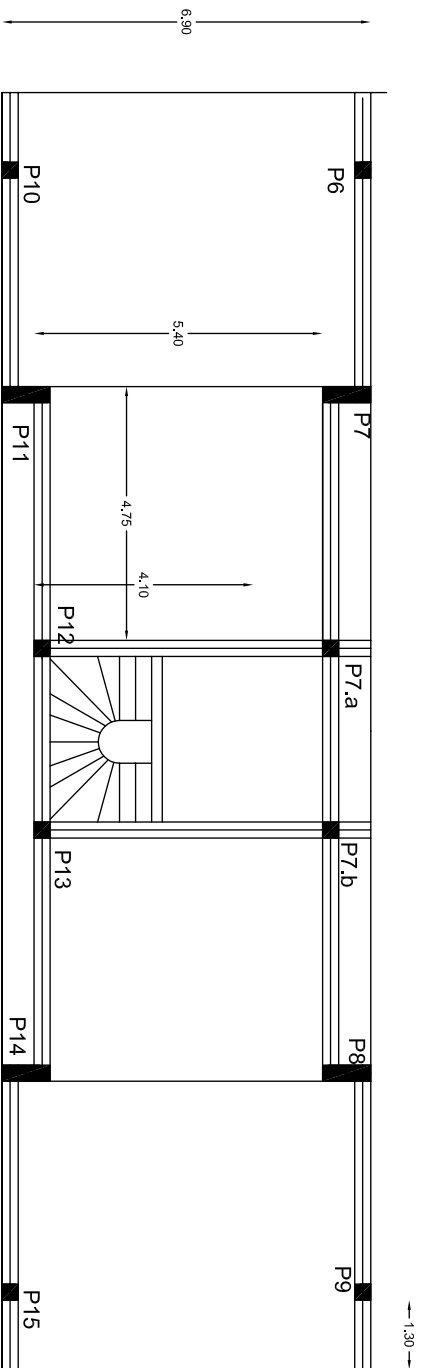
DESIGNAÇÃO:

Planta do 3º ao 6º Piso

DESENHO Nº: 3/ 17

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Laje do Duplex's



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: esc. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:
26 de Novembro de 1987

OBRA:
Caso nº1 - Edifício Habitacional Emesinde

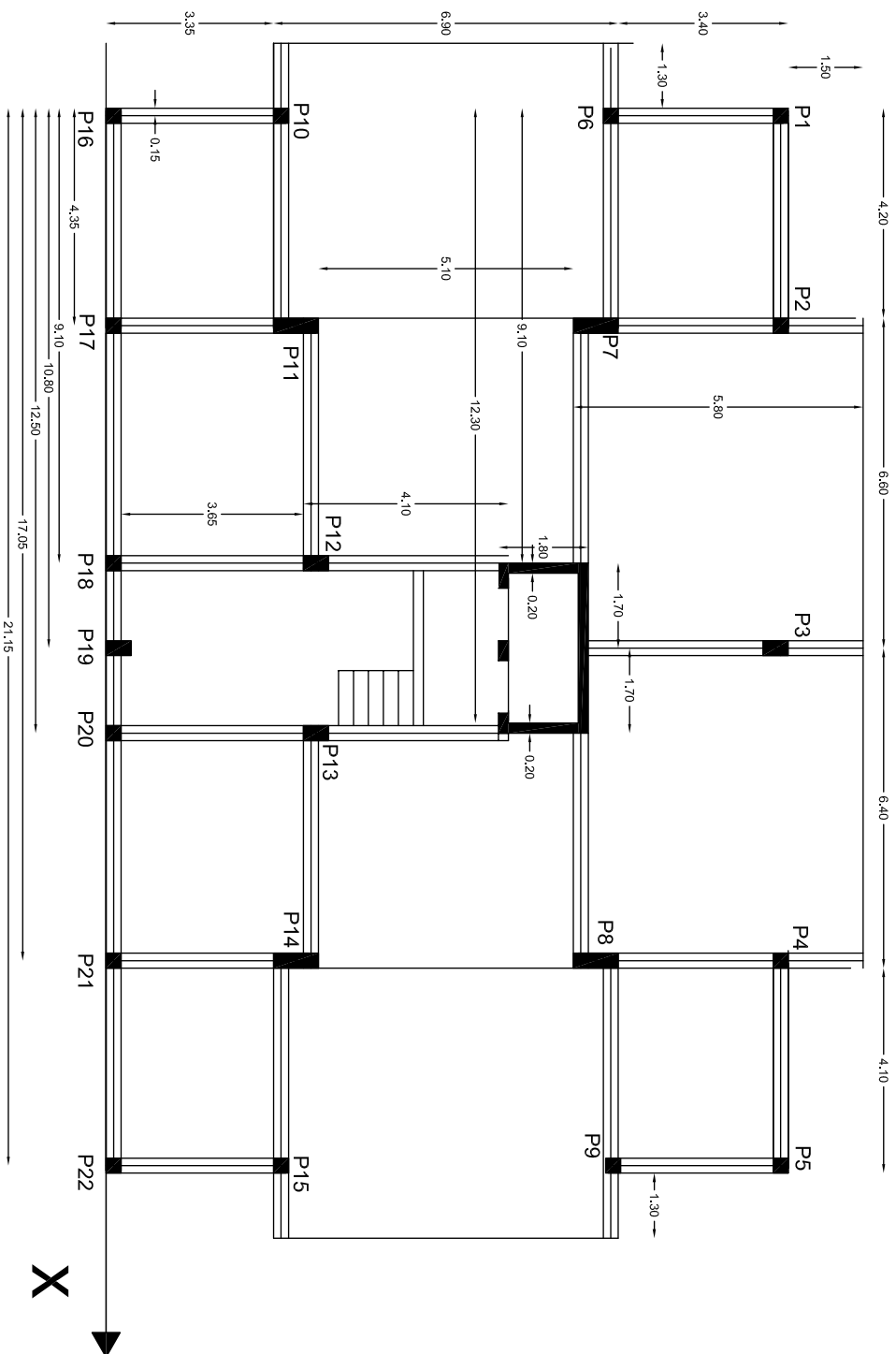
ESPECIALIDADE
Estabilidade

LOCAL:
Praceta Rainha Vitória - Emesinde

DESIGNAÇÃO:
Planta dos Duplexes

DESENHO Nº: 4/ 17

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"
Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALA: 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Novembro de 1987

OBRA:

Caso nº1 - Edifício Habitacional Emesinde

ESPECIALIDADE

Estabilidade

LOCAL:

Praceta Rainha Vitória - Emesinde

Referencial Eixo X

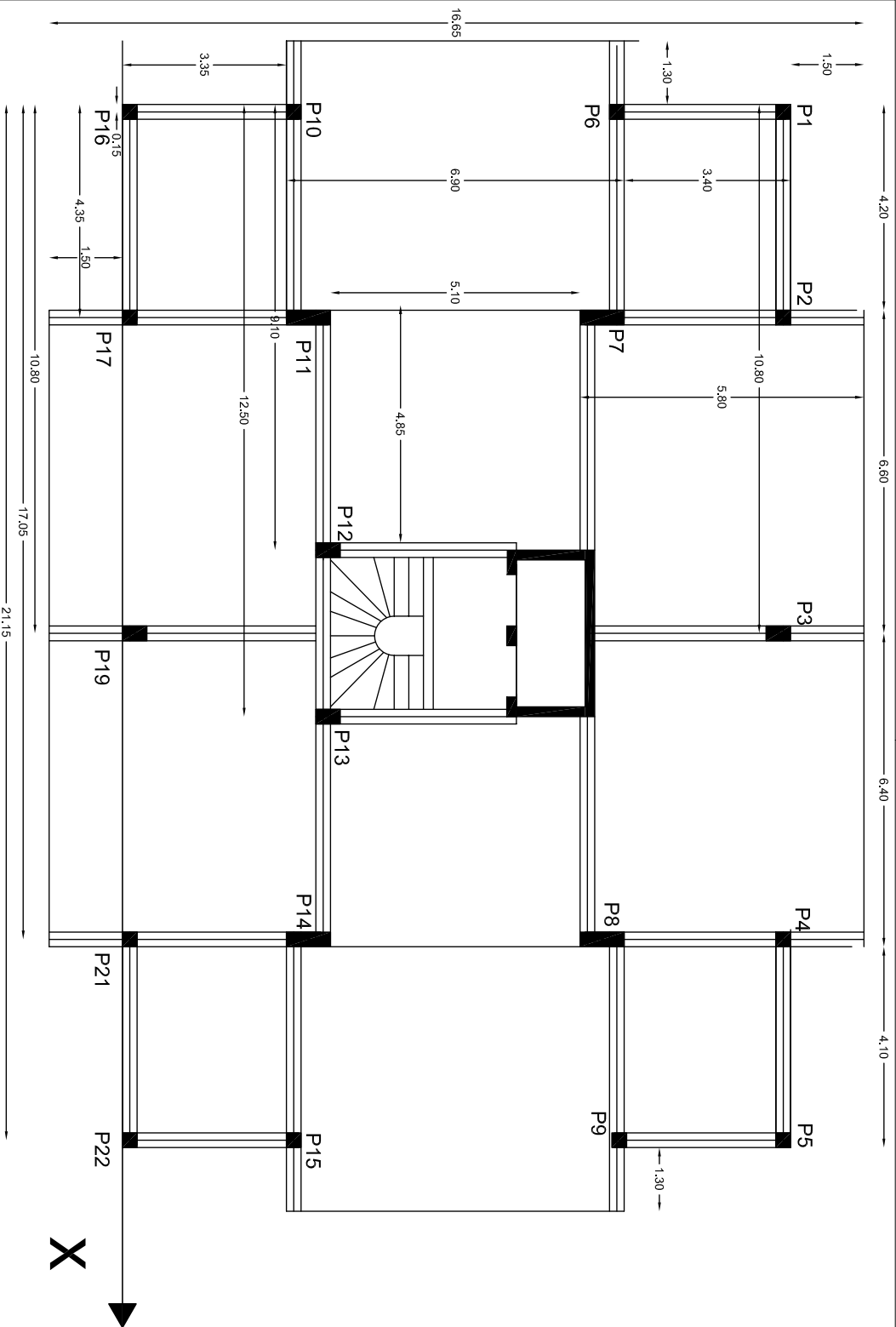
DESIGNAÇÃO:

Planta do Rés-do-Chão

DESENHO Nº: 5/ 17

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: esc. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:
26 de Novembro de 1987

OBRA: Caso nº1 - Edifício Habitacional Ermesinde

ESPECIALIDADE: Estrabllidade

LOCAL: Praceta Rainha Vitória - Ermesinde

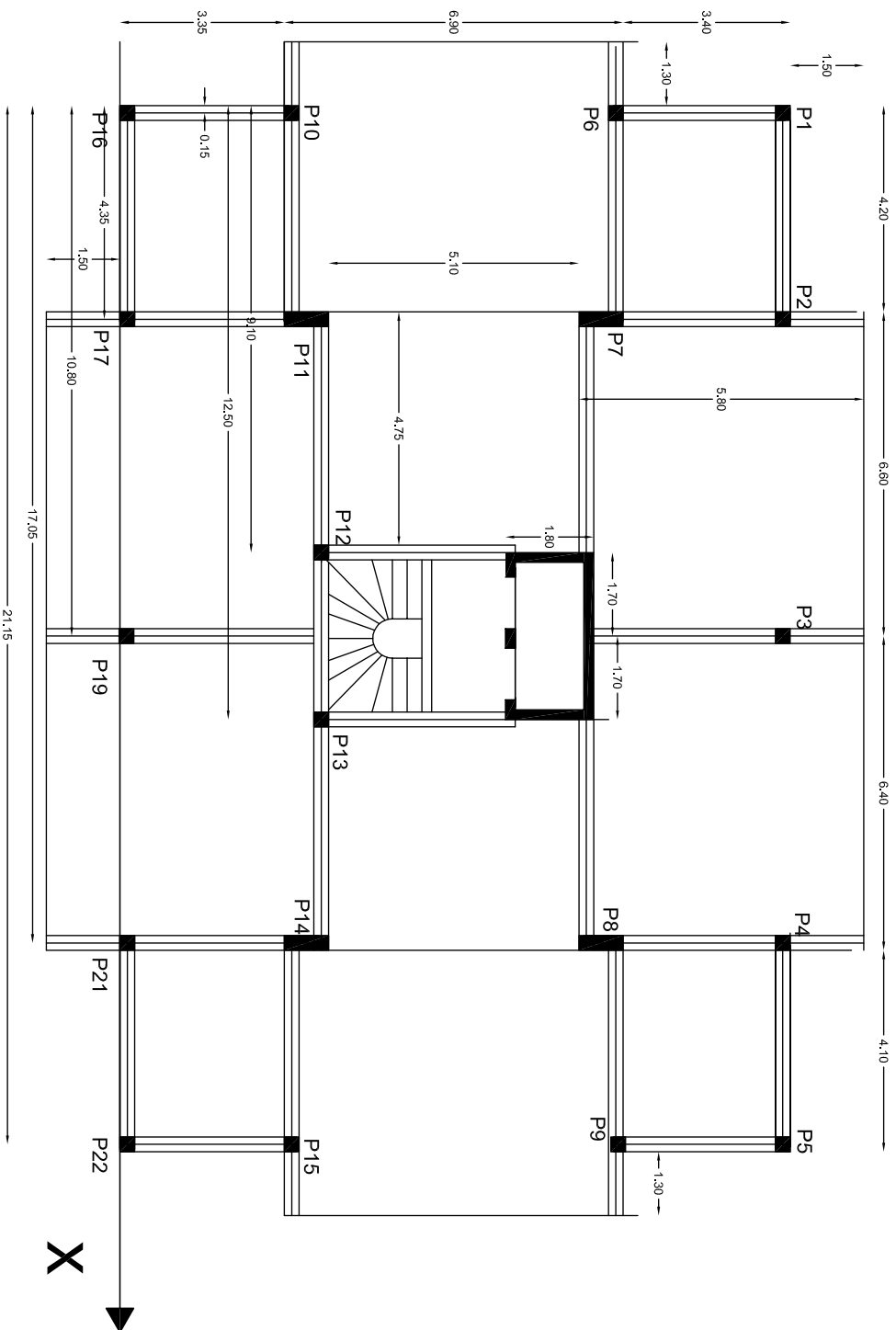
Referencial Eixo X

DESIGNAÇÃO: Planta do 1º e 2º Piso

DESENHO Nº: 6 / 17

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALA: 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Novembro de 1987

OBRA:

Caso nº1 - Edifício Habitacional Ermesinde

ESPECIALIDADE

Estabilidade

LOCAL:

Praceta Rainha Vitória - Ermesinde

Referencial Eixo X

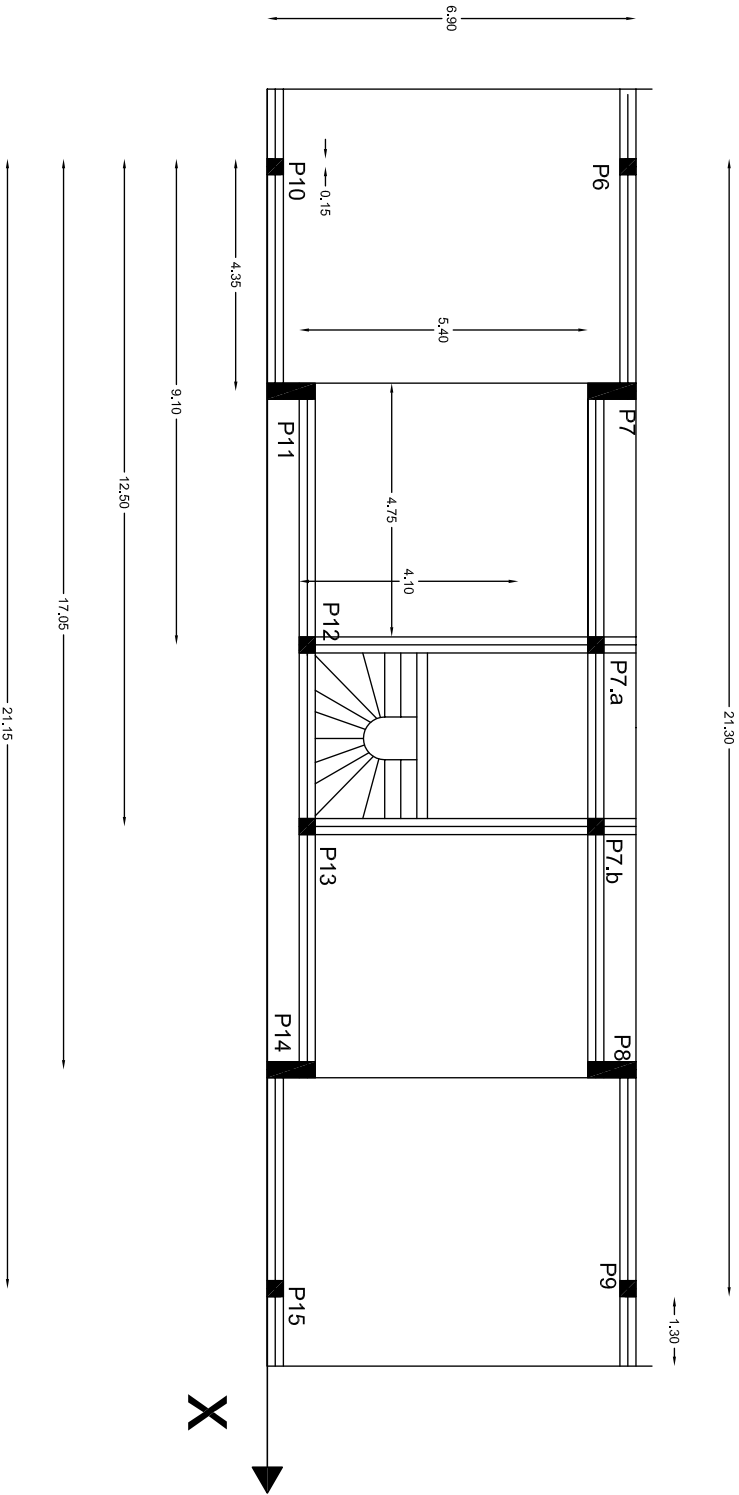
DESIGNAÇÃO:

Planta do 3º ao 6º Piso

DESENHO Nº: 71/17

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALA: 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:
26 de Novembro de 1987

OBRA:
Caso nº1 - Edifício Habitacional Ermesinde

ESPECIALIDADE:
Estabilidade

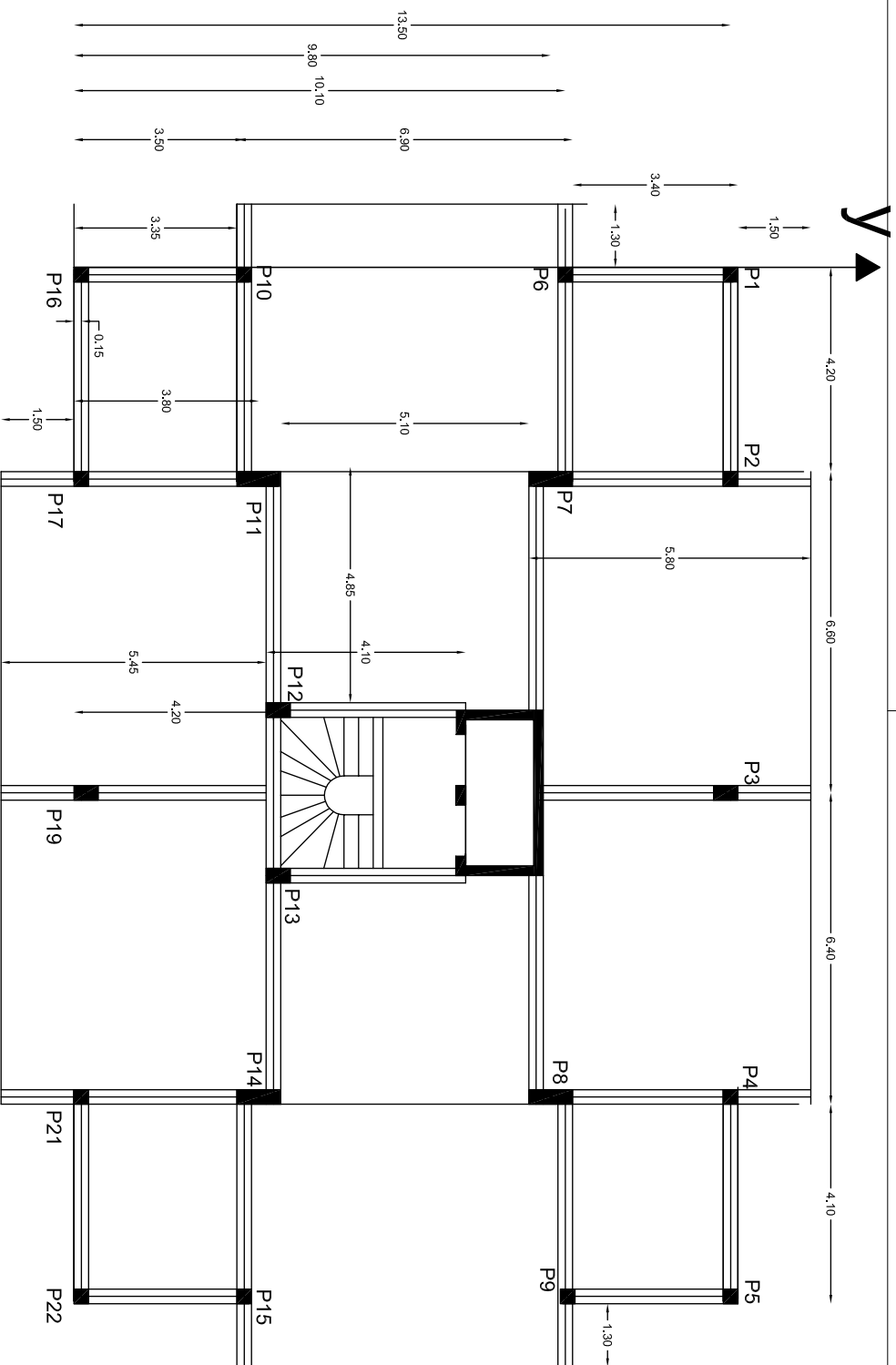
LOCAL:
Praçeta Rainha Vitória - Ermesinde

Referencial Eixo X

DESIGNAÇÃO:
Planta dos Duplexes

DESENHO Nº: 8/ 17

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"
Jennifer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALA: 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Novembro de 1987

ESPECIALIDADE

Estabilidade

LOCAL:

Praceta Rainha Vitória - Emesinde

DESIGNAÇÃO:

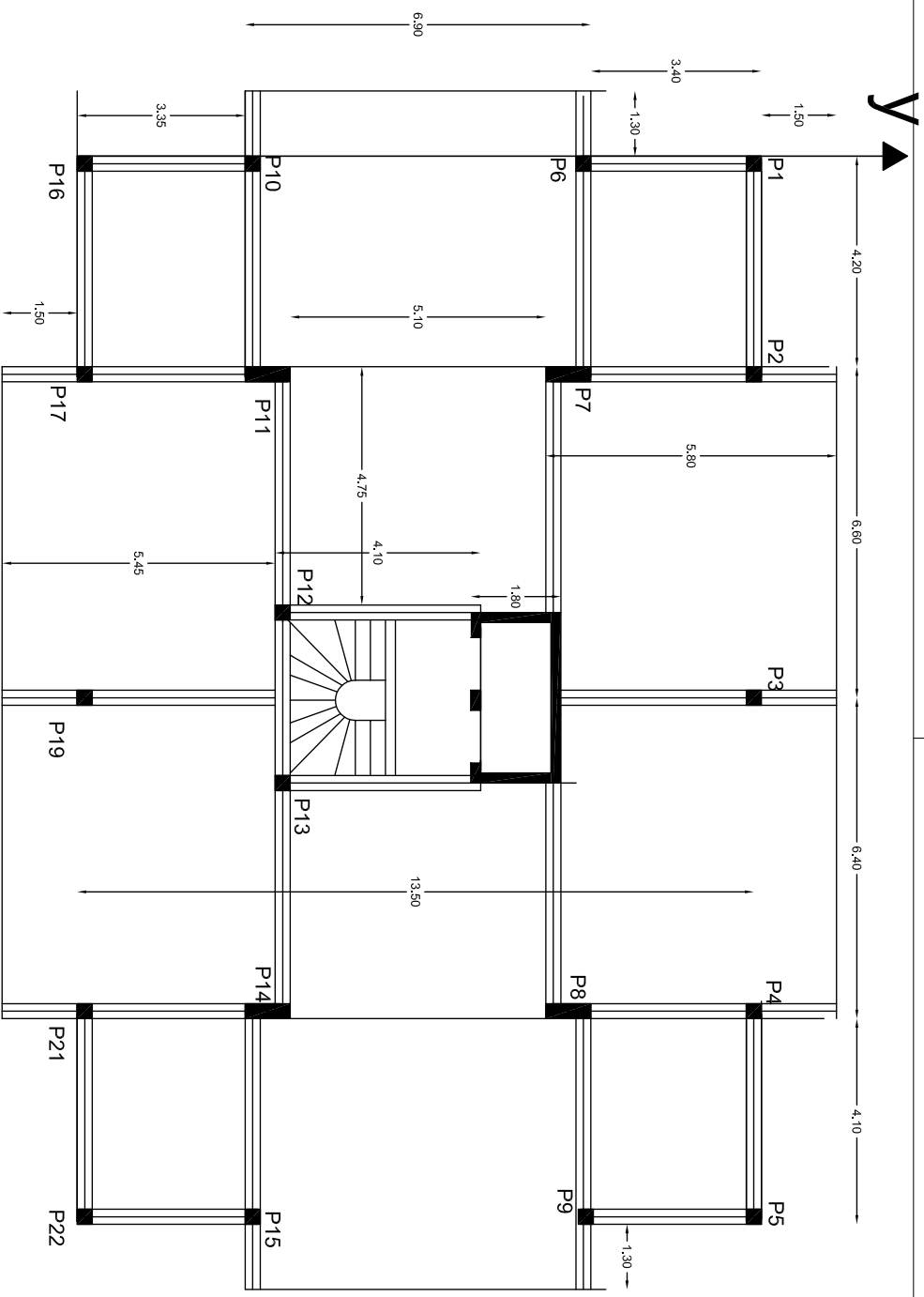
Planta do 1º e 2º Piso

DESENHO Nº: 10 / 17

Referencial Eixo Y

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALA: 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:
26 de Novembro de 1987

OBRA:
Caso nº1 - Edifício Habitacional Ermesinde

ESPECIALIDADE:
Estabilidade

LOCAL:
Praceta Rainha Vitória - Ermesinde

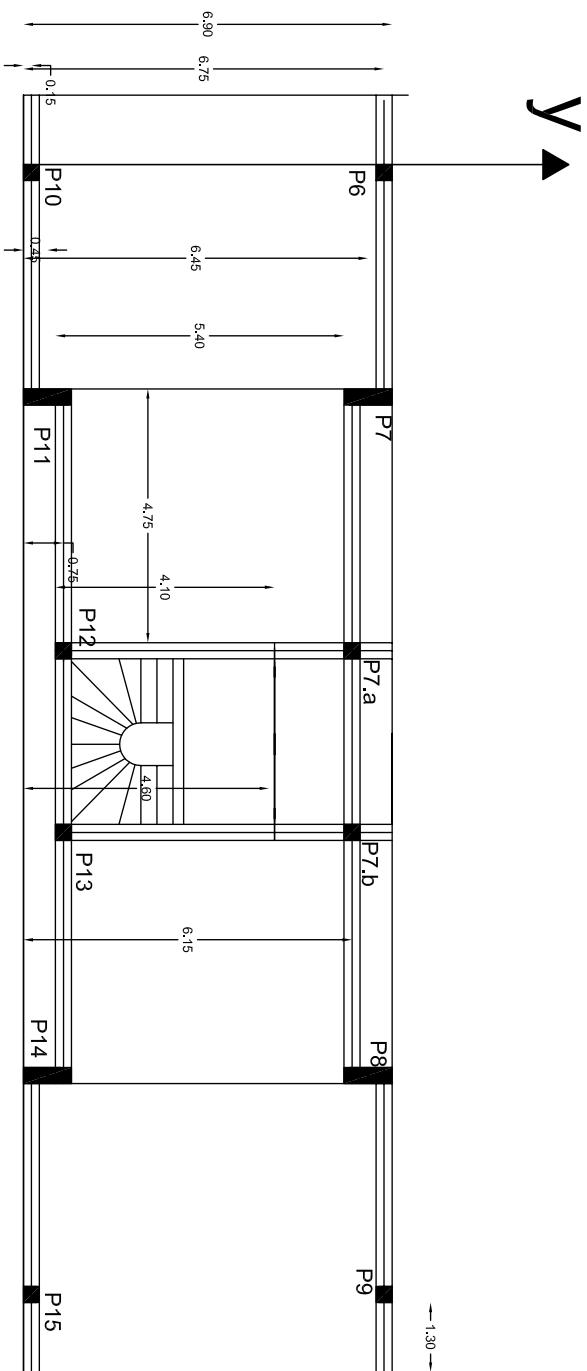
Referencial Eixo Y

DESIGNAÇÃO:
Planta do 3º e 6º Piso

DESENHO Nº: 11 / 17

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALA: 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:
26 de Novembro de 1987

OBRA:

Caso nº1 - Edifício Habitacional Ermesinde

ESPECIALIDADE
Estabilidade

LOCAL:

Praceta Rainha Vitória - Ermesinde

Referencial Eixo X

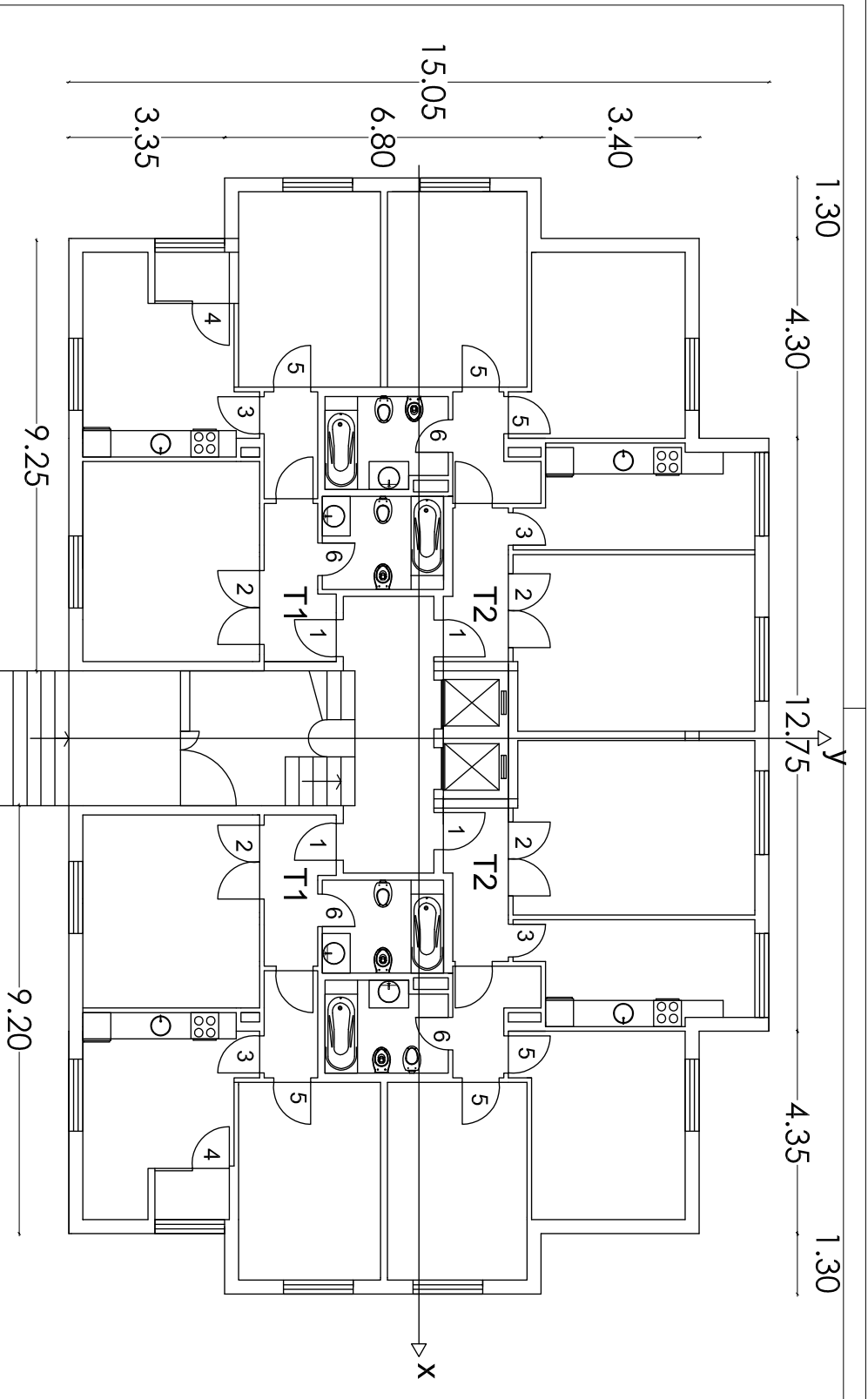
DESIGNAÇÃO:

Planta dos Duplexes

DESENHO Nº: 12 / 17

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALA: esc. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Novembro de 1987

OBRA:

Caso nº1 - Edifício Habitacional Emesinde

ESPECIALIDADE

Arquitectura

LOCAL:

Praceta Rainha Vitória - Emesinde

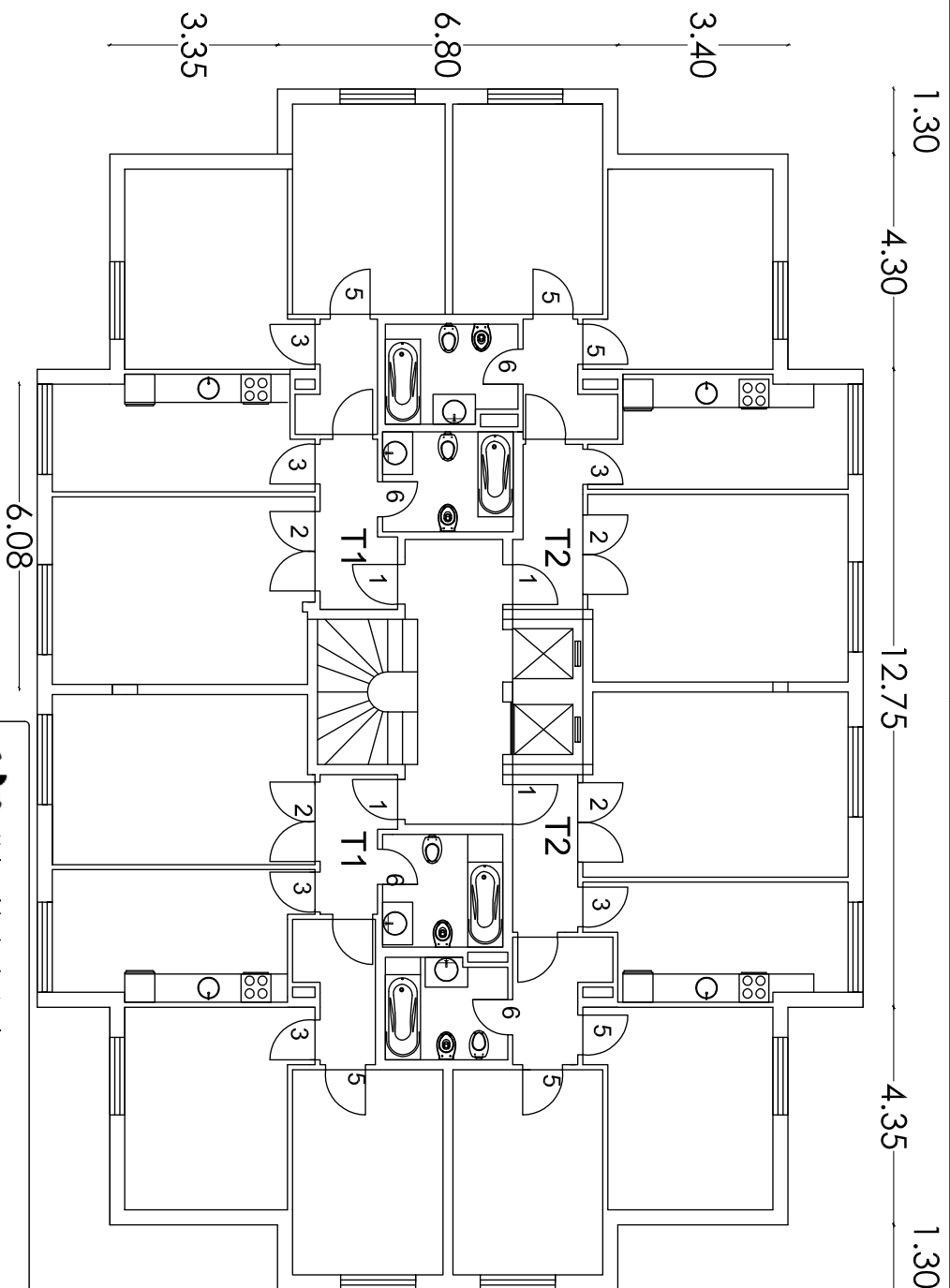
DESIGNAÇÃO:

Planta do Rés-do-Chão

DESENHO Nº: 13 / 17

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALA: esc. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Novembro de 1987

OBRA:

Caso nº1 - Edifício Habitacional Emesinde

ESPECIALIDADE

Arquitectura

LOCAL:

Praceta Rainha Vitória - Emesinde

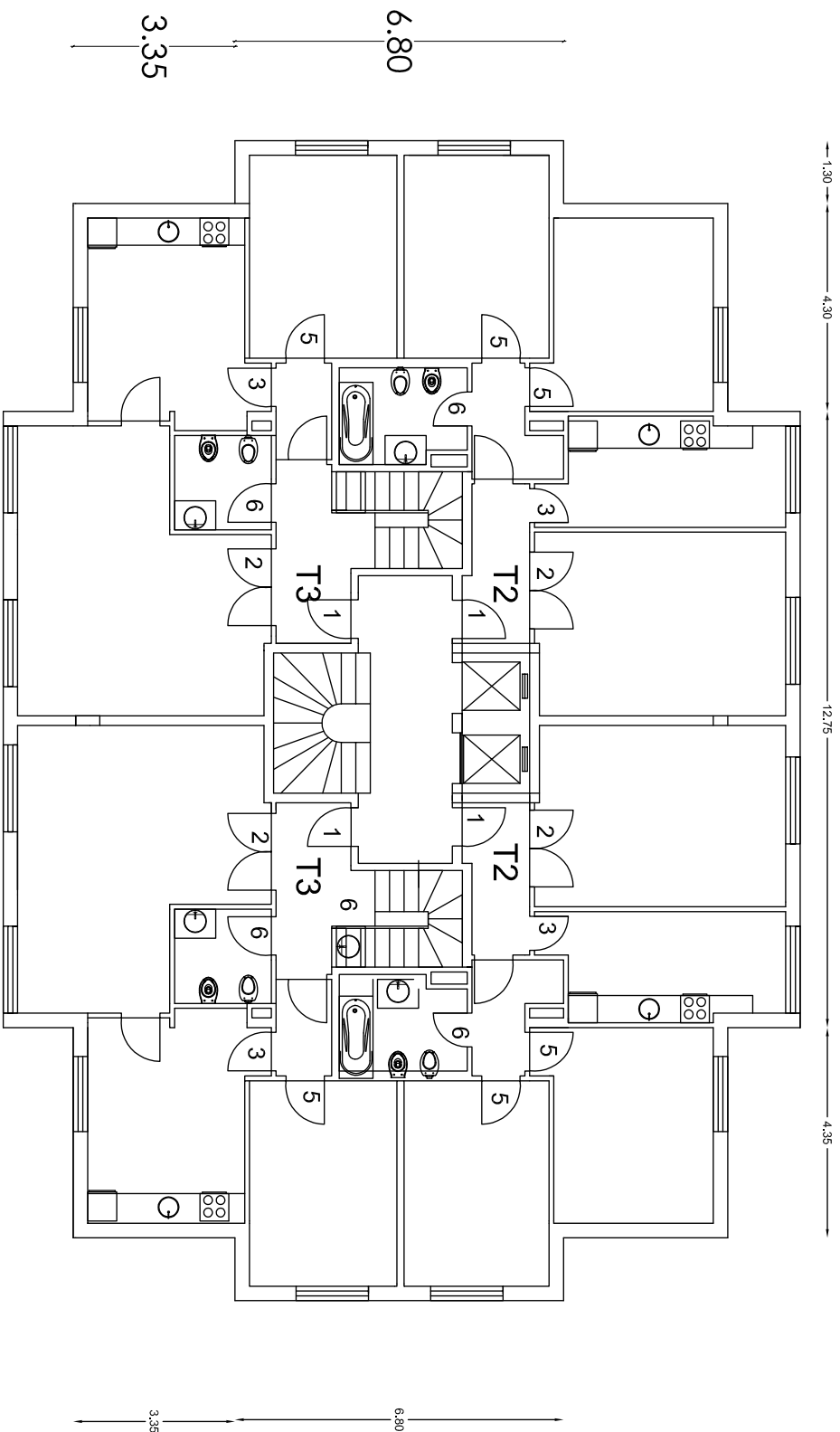
DESIGNAÇÃO:

Planta do 1º ao 5º Piso

DESENHO Nº: 14 / 17

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALA: 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Novembro de 1987

OBRA:

Caso nº1 - Edifício Habitacional Emesinde

ESPECIALIDADE

Arquitectura

LOCAL:

Praceta Rainha Vitória - Emesinde

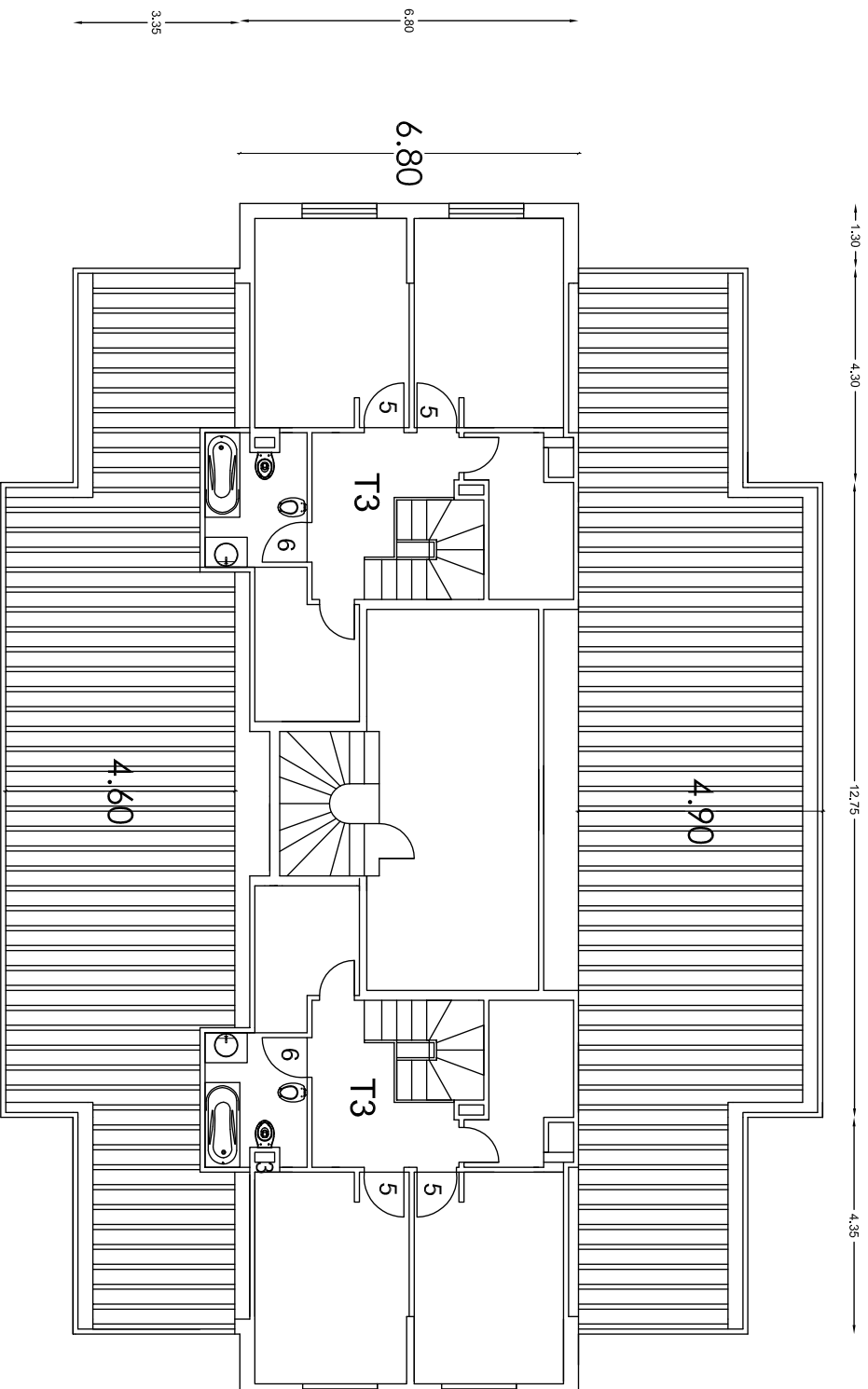
DESIGNAÇÃO:

Planta do 6º Piso

DESENHO Nº: 15 / 17

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Planta do duplex



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALA: esc. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Novembro de 1987

OBRA:

Caso nº1 - Edifício Habitacional Emesinde

ESPECIALIDADE

Arquitectura

LOCAL:

Praceta Rainha Vitória - Emesinde

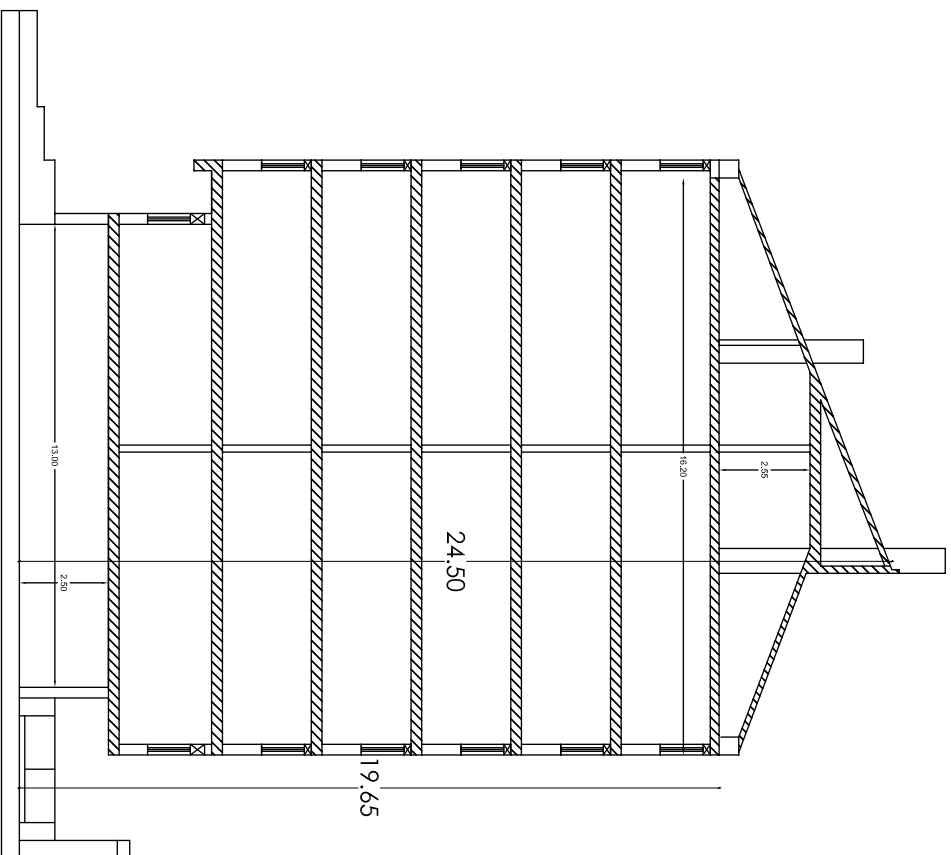
DESIGNAÇÃO:

Planta dos Duplexes

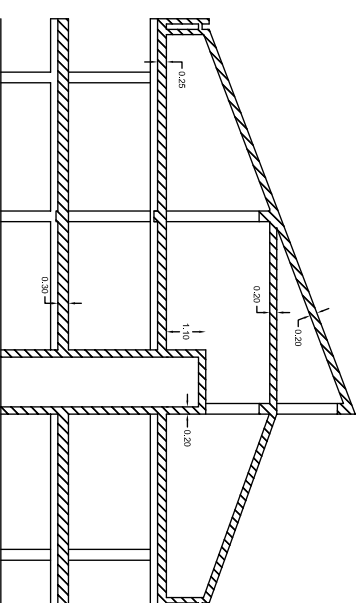
DESENHO Nº: 16 / 17

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Corte 2-2



Corte 1-1



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALA: 1/150

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Novembro de 1987

OBRA:

Caso nº1 - Edifício Habitacional Ermesinde

ESPECIALIDADE

Arquitectura

LOCAL:

Praceta Rainha Vitória - Ermesinde

DESIGNAÇÃO:

Cofres

DESENHO Nº: 17 / 17

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins

Preencha todos os espaços a cinza claro

Elementos

Técnico

Membro da N° Data 2011

DADOS DE EDIFÍCIO EM AVALIAÇÃO

Dados Gerais

Edifício Caso 1_Edifício Habitacional

Concelho Maia (Porto) Distritos Porto

Local Praceta Rainha Vitória - Ermesinde

N° de Pisos 7 Data 30-12-2010

Identificação do Projecto

Tipo de Edifício Habitacional Área útil (m²)

Utilização do Edifício Residencial Permanente Pé direito médio ponderado 2,52143

Tipologia do edifício Diversas Tipologias Altura do Edificado [m] 24,7

Ano de Construção 1987 Período de Vida do Edificado 24

DIMENSÕES EM PLANTA

x - Comprimento [m] 23,9 y - Largura [m] 16,65

Zonamento Sísmico

Zonamento sísmico *Acção Tipo I* 1.6 *Acção Tipo II* 2.5

Caracterização Construtiva Betão Armado

Tipo de Solo A

Ductilidade do Edifício DCM - Média Ductilidade

Valor de Coeficiente ψ_2 0,3

Identificação dos Materiais Aplicados

PISOS	BETÃO	f_{cd} [MPa]	f_{ctd} [MPa]	β_e	AÇO	f_{syd} [MPa]
1	C20/25	13,3	1,07	0,665	A 400	348
2	C20/25	13,3	1,07	0,665	A 400	348
3	C20/25	13,3	1,07	0,665	A 400	348
4	C20/25	13,3	1,07	0,665	A 400	348
5	C20/25	13,3	1,07	0,665	A 400	348
6	C20/25	13,3	1,07	0,665	A 400	348
7	C20/25	13,3	1,07	0,665	A 400	348
8	C20/25	13,3	1,07	0,665	A 400	348

1º NÍVEL - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico, em X's**CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES****1 - Cálculo do Sub-Índice E_0** **Factores de Redução de Capacidade Sísmica**

PISO	φ	C_{sc}	C_c	C_{mar}	F	E_0
1	1,0000	0,0000	0,0955	0,0619	1,0000	0,1287
2	0,8889	0,0000	0,1039	0,0708	1,0000	0,1276
3	0,8000	0,0000	0,1227	0,0836	1,0000	0,1356
4	0,7273	0,0000	0,1285	0,1021	1,0000	0,1397
5	0,6667	0,0000	0,1650	0,1312	1,0000	0,1644
6	0,6154	0,0000	0,2497	0,1832	1,0000	0,2203
7	0,5714	0,0000	0,4140	0,3038	1,0000	0,3392
8	0,5333	0,0000	0,8478	0,0000	1,0000	0,3165

Tipo de Rotura	B
α_1	0
α_2	1
α_3	0,7

2 - Cálculo do Sub-Índice S_D

Items (qi)		Variáveis	Gi	R _{fi}	q...
a). Regularidade	a	a1	1	1,00	1
b). Relação Comprimento - largura	B	1,44	1	0,50	1
c). Saliência / expansão	c	0,00	0,8	0,50	0,9
d). Contração em Planta	d	1,00	0,9	0,50	0,95
e). Átrio ou pátio Interior	R _{ap}	0,00	0,8	0,50	0,9
f). Excentricidade do átrio ou pátio Interior	f ₁	0,00	0,9	0,30	0,97
	f ₂	0,00	0,9		1
h). Pisos Enterrados	R _{as}	0,00	1	1,00	1,2
i). Uniformidade da altura do Andar	R _u	1,00	1	0,50	1
j). Presença de Pilotis		Não Tem	1	0,50	1

3 - Cálculo do Sub-Índice T

Item a Verificar	Intensidade	Assinala com uma X, as condições que se verificam	Valor do Índice T
Deformação Permanente	Inclinação do edifício devido a assentamento diferencial		1
	Edifício Construído sobre zona de aterro artificial		
	Deformação visível de vigas ou pilares		
	Não apresenta indícios de deformação	x	
Fendas nas Paredes ou Pilares	Infiltração com visível corrosão das armaduras		1
	Fendas inclinadas observadas nos pilares		
	Forte fendilhação nas paredes exteriores		
	Infiltração sem aparente corrosão das armaduras		
	Nenhum dos casos anteriores	x	
Incêndios	Sofreu e não foi reparado		1
	Sofreu mas foi reparado		
	Não sofreu	x	
Ocupação	Armazena produtos químicos		1
	Não armazena produtos perigosos	x	
Período de Vida	Igual ou superior a 30 anos		0,9
	Igual ou superior a 20 anos	x	
	Inferior a 19 Anos		
Acabamentos	Danos significativos nas camadas externas do revestimento		1
	Danos significativos nas camadas internas do revestimento		
	Sem problemas	x	

4 - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico

PISO	E_0	S_D	T	I_s
1	0,1287	0,8957	0,9000	0,1037
2	0,1276			0,1029
3	0,1356			0,1093
4	0,1397			0,1126
5	0,1644			0,1326
6	0,2203			0,1776
7	0,3392			0,2734
8	0,3165			0,2551

1º NÍVEL - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais, em X's

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais

PISO	f	t	B	H	I_N
1	0,5	1	1	1	0
2	0,5	1	1	1	0
3	0,5	1	1	1	0
4	0,5	1	1	1	0
5	0,5	1	1	1	0
6	0,5	1	1	1	0
7	0,5	1	1	1	0
8	0,5	1	1	1	0

2 - Cálculo do Sub-Índice de Flexibilidade, f

Assinalar a opção com X

PISO	ESTRUTURA		Flexibilidade da Estrutura (G_s)		f	
			Rígida	Fléxivel		
			I	II		
1	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I	X	0,5	0,5
		Fléxivel	II		0	
2	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I	X	0,5	0,5
		Fléxivel	II		0	
3	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I	X	0,5	0,5
		Fléxivel	II		0	
4	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I	X	0,5	0,5
		Fléxivel	II		0	
5	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I	X	0,5	0,5
		Fléxivel	II		0	
6	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I	X	0,5	0,5
		Fléxivel	II		0	
7	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I	X	0,5	0,5
		Fléxivel	II		0	
8	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I	X	0,5	0,5
		Fléxivel	II		0	
0	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I		0	0
		Fléxivel	II		0	

3 - Cálculo do Sub-Índice do Estado Actual, t

PISO	ESTADO DA ESTRUTURA		<i>t</i>
	Ocorrência de Danos		
	Existe ou é Desconhecido	Não Existe	
1	X		1
2	X		1
3	X		1
4	X		1
5	X		1
6	X		1
7	X		1
8	X		1
0			0

4 - Cálculo do Sub-Índice do Grau de Influência, H

Assinalar a opção com X

PISO	ESTRUTURA		Situação		H	
			Existe	Não existe		
1	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)	X		1	1
		Outros			0	
2	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)	X		1	1
		Outros			0	
3	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)	X		1	1
		Outros			0	
4	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)	X		1	1
		Outros			0	
5	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)	X		1	1
		Outros			0	
6	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)	X		1	1
		Outros			0	
7	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)	X		1	1
		Outros			0	
8	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)	X		1	1
		Outros			0	
0	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)			0	0
		Outros			0	

1ª NÍVEL - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico, em Y's**CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES****1 - Cálculo do Sub-Índice E_0** **Factores de Redução de Capacidade Sísmica**

PISO	φ	C_{sc}	C_c	C_{mar}	F	E_0
1	1,0000	0,0000	0,0767	0,0619	1,0000	0,1155
2	0,8889	0,0000	0,0979	0,0708	1,0000	0,1239
3	0,8000	0,0000	0,1093	0,0836	1,0000	0,1281
4	0,7273	0,0000	0,1309	0,1021	1,0000	0,1409
5	0,6667	0,0000	0,1516	0,1312	1,0000	0,1582
6	0,6154	0,0000	0,2395	0,1832	1,0000	0,2159
7	0,5714	0,0000	0,3382	0,3038	1,0000	0,3089
8	0,5333	0,0000	0,6744	0,0000	1,0000	0,2518
0						

Tipo de Rotura	B
α_1	0
α_2	1
α_3	0,7

2 - Cálculo do Sub-Índice S_D

Items (q_i)		Variáveis	G_i	R_{ji}	$q_{...}$
a). Regularidade	a	a1	1	1,00	1
b). Relação Comprimento - largura	B	1,44	1	0,50	1
c). Saliência / expansão	c	0,00	0,8	0,50	0,9
d). Contração em Planta	d	1,00	0,9	0,50	0,95
e). Átrio ou pátio Interior	R_{ap}	0,00	0,8	0,50	0,9
f). Excentricidade do átrio ou pátio Interior	f_1	0,00	0,9	0,30	0,97
	f_2	0,00	0,9		1
h). Pisos Enterrados	R_{as}	0,00	1	1,00	1,2
i). Uniformidade da altura do Andar	R_h	1,00	1	0,50	1
j). Presença de Pilotis		Não Tem	1	0,50	1

3 - Cálculo do Sub-Índice T

Item a Verificar	Intensidade	Assinala com uma X, as condições que se verificam	Valor do Índice T
Deformação Permanente	Inclinação do edifício devido a assentamento diferencial		1
	Edifício Construído sobre zona de aterro artificial		
	Deformação visível de vigas ou pilares		
	Não apresenta indícios de deformação	x	
Fendas nas Paredes ou Pilares	Infiltração com visível corrosão das armaduras		1
	Fendas inclinadas observadas nos pilares		
	Forte fendilhação nas paredes exteriores		
	Infiltração sem aparente corrosão das armaduras		
	Nenhum dos casos anteriores	x	
Incêndios	Sofreu e não foi reparado		1
	Sofreu mas foi reparado		
	Não sofreu	x	
Ocupação	Armazena produtos químicos		1
	Não armazena produtos perigosos	x	
Período de Vida	Igual ou superior a 30 anos		0,9
	Igual ou superior a 20 anos	x	
	Inferior a 19 Anos		
Acabamentos	Danos significativos nas camadas externas do revestimento		1
	Danos significativos nas camadas internas do revestimento		
	Sem problemas	x	

4 - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico

PISO	E_0	S_D	T	I_s
1	0,1155	0,8957	0,9000	0,0931
2	0,1239			0,0999
3	0,1281			0,1033
4	0,1409			0,1136
5	0,1582			0,1275
6	0,2159			0,1741
7	0,3089			0,2490
8	0,2518			0,2030

1º NÍVEL - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais, em Y's

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais

PISO	f	t	B	H	I_N
1	0,5	1	1	1	0
2	0,5	1	1	1	0
3	0,5	1	1	1	0
4	0,5	1	1	1	0
5	0,5	1	1	1	0
6	0,5	1	1	1	0
7	0,5	1	1	1	0
8	0,5	1	1	1	0
	0	0	0	0	

2 - Cálculo do Sub-Índice de Flexibilidade, f

Assinalar a opção com X

PISO	ESTRUTURA		Flexibilidade da Estrutura (G_s)		f	
			Rígida	Fléxivel		
			I	II		
1	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I	X	0,5	0,5
		Fléxivel	II		0	
2	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I	X	0,5	0,5
		Fléxivel	II		0	
3	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I	X	0,5	0,5
		Fléxivel	II		0	
4	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I	X	0,5	0,5
		Fléxivel	II		0	
5	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I	X	0,5	0,5
		Fléxivel	II		0	
6	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I	X	0,5	0,5
		Fléxivel	II		0	
7	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I	X	0,5	0,5
		Fléxivel	II		0	
8	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I	X	0,5	0,5
		Fléxivel	II		0	
0	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I		0	0
		Fléxivel	II		0	

3 - Cálculo do Sub-Índice do Estado Actual, t

PISO	ESTADO DA ESTRUTURA		t
	Ocorrência de Danos		
	Existe ou é Desconhecido	Não Existe	
1	X		1
2	X		1
3	X		1
4	X		1
5	X		1
6	X		1
7	X		1
8	X		1
0			0

4 - Cálculo do Sub-Índice do Grau de Influência, H

Assinalar a opção com X

PISO	ESTRUTURA		Situação		H	
			Existe	Não existe		
1	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)	X		1	1
		Outros			0	
2	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)	X		1	1
		Outros			0	
3	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)	X		1	1
		Outros			0	
4	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)	X		1	1
		Outros			0	
5	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)	X		1	1
		Outros			0	
6	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)	X		1	1
		Outros			0	
7	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)	X		1	1
		Outros			0	
8	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)	X		1	1
		Outros			0	
0	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)			0	0
		Outros			0	

2º NÍVEL - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico, em Y's

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Sub-Índice E_0

PISO	φ	C_{sc}	C_c	C_{mur}	F	E_1	E_2	E_3	1º Modo de Rotura	2º Modo de Rotura	E_0
									E_{01}	E_{02}	
1	1,0000	0,0000	0,0767	0,0619	1,0000	0,0000	0,0767	0,0619	0,1155	0,0767	0,1155
2	0,8889	0,0000	0,0979	0,0708	1,0000	0,0000	0,0979	0,0708	0,1239	0,0871	0,1239
3	0,8000	0,0000	0,1093	0,0836	1,0000	0,0000	0,1093	0,0836	0,1281	0,0875	0,1281
4	0,7273	0,0000	0,1309	0,1021	1,0000	0,0000	0,1309	0,1021	0,1409	0,0952	0,1409
5	0,6667	0,0000	0,1516	0,1312	1,0000	0,0000	0,1516	0,1312	0,1582	0,1010	0,1582
6	0,6154	0,0000	0,2395	0,1832	1,0000	0,0000	0,2395	0,1832	0,2159	0,1474	0,2159
7	0,5714	0,0000	0,3382	0,3038	1,0000	0,0000	0,3382	0,3038	0,3089	0,1933	0,3089
8	0,5333	0,0000	0,6744	0,0000	1,0000	0,0000	0,6744	0,0000	0,2518	0,3597	0,3597

Tipo de Rotura 1 **B**

α_1 α_2 α_3

Tipo de Rotura 2 **C**

α_1 α_2 α_3

2 - Cálculo do Sub-Índice S_D

Piso	Items (q_i)		Variáveis	G_i	$R2_i$	$q_{...}$
1	l). Excentricidade entre C_g e C_r	1	0,01	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,93	0,9	1,00	0,9
2	l). Excentricidade entre C_g e C_r	1	0,00	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,98	0,9	1,00	0,9
3	l). Excentricidade entre C_g e C_r	1	-0,04	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,90	0,9	1,00	0,9
4	l). Excentricidade entre C_g e C_r	1	-0,04	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,96	0,9	1,00	0,9
5	l). Excentricidade entre C_g e C_r	1	-0,04	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,97	0	1,00	0
6	l). Excentricidade entre C_g e C_r	1	-0,04	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,83	0	1,00	0
7	l). Excentricidade entre C_g e C_r	1	0,00	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,00	0,8	1,00	0,8
8	l). Excentricidade entre C_g e C_r	1	-0,04	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,68	0,9	1,00	0,9
	l). Excentricidade entre C_g e C_r	1				
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m				

$S_D = a, b, c, d, e, f, h, i, j = 0,896$

3 - Cálculo do Sub-Índice T

Piso	Elementos Estruturais	Grau	FISSURAS E DEFORMAÇÕES ESTRUTURAIS			DETERIORAÇÃO E INATIVIDADE ESTRUTURAL			Ti
			A	B	C	A	B	C	
1	Laje	N<1/9							0,988
	Viga				0,0000				
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050		
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0	
	Total		P _s = 0,017			P _t = 0,005			
2	Laje	N<1/9							0,988
	Viga				0,0000				
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050		
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0	
	Total		P _s = 0,017			P _t = 0,005			
3	Laje	N<1/9							0,988
	Viga				0,0000				
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050		
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0	
	Total		P _s = 0,017			P _t = 0,005			
4	Laje	N<1/9							0,988
	Viga				0,0000				
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050		
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0	
	Total		P _s = 0,017			P _t = 0,005			
5	Laje	N<1/9							0,988
	Viga				0,0000				
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050		
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0	
	Total		P _s = 0,017			P _t = 0,005			
6	Laje	N<1/9							0,988
	Viga				0,0000				
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050		
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0	
	Total		P _s = 0,017			P _t = 0,005			
7	Laje	N<1/9							0,988
	Viga				0,0000				
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050		
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0	
	Total		P _s = 0,017			P _t = 0,005			
8	Laje	N<1/9							0,988
	Viga				0,0000				
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050		
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0	
	Total		P _s = 0,017			P _t = 0,005			
0	Laje								1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares								
	Sub-Total		0	0	0	0	0	0	
	Total		P _s = 0			P _t = 0			

4 - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico

PISO	E ₀	S _D	T	I _s
1	0,1155	0,8061	0,9879	0,0920
2	0,1239	0,8061	0,9879	0,0987
3	0,1281	0,8061	0,9879	0,1021
4	0,1409	0,8061	0,9879	0,1123
5	0,1582	0,8061	0,9879	0,1260
6	0,2159	0,8061	0,9879	0,1720
7	0,3089	0,8061	0,9879	0,2460
8	0,3597	0,8061	0,9879	0,2864

2º NÍVEL - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais, em Y's

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais

PISO	B _j	h _j	W _j	H _j	L _j	ΣL _j	ΣB _j *W _j *H _j *	I _N
1	0,650	2,500	0,857	0,500	6,900	30,100	1,922	0,064
2	0,650	2,600	0,871	1,000	6,900	30,100	3,908	0,130
3	0,650	2,600	0,871	1,000	6,900	30,100	3,908	0,130
4	0,650	2,600	0,871	1,000	6,900	30,100	3,908	0,130
5	0,650	2,600	0,871	1,000	6,900	30,100	3,908	0,130
6	0,650	2,600	0,871	1,000	6,900	30,100	3,908	0,130
7	0,650	2,600	0,871	1,000	6,900	6,800	3,908	0,575
8	0,650	2,600	0,871	1,000	6,900	6,800	3,908	0,575
							0	

2 - Cálculo do Sub-Índice de Flexibilidade

PISO	Historial de Danos Sofridos	Anos que passaram				t	f	B
		g _y						
		1	2	3				
1	g _H	1			0	0,5	0,3	0,65
		2		X	0,5			
		3			0			
2	g _H	1			0	0,5	0,3	0,65
		2		X	0,5			
		3			0			
3	g _H	1			0	0,5	0,3	0,65
		2		X	0,5			
		3			0			
4	g _H	1			0	0,5	0,3	0,65
		2		X	0,5			
		3			0			
5	g _H	1			0	0,5	0,3	0,65
		2		X	0,5			
		3			0			
6	g _H	1			0	0,5	0,3	0,65
		2		X	0,5			
		3			0			
7	g _H	1			0	0,5	0,3	0,65
		2		X	0,5			
		3			0			
8	g _H	1			0	0,5	0,3	0,65
		2		X	0,5			
		3			0			
0	g _H	1			0	0		0
		2			0			
		3			0			

3 - Cálculo do Sub-Índice Ambiental, e

PISO	Tipo de Ambiente	Assinala com uma X, as condições que se verificam	Sub-índice e
1	Rua Pública,	X	1
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
2	Rua Pública,	X	1
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
3	Rua Pública,	X	1
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
4	Rua Pública,	X	1
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
5	Rua Pública,	X	1
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
6	Rua Pública,	X	1
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
7	Rua Pública,	X	1
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
8	Rua Pública,	X	1
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
0	Rua Pública,		0
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0

4 - Cálculo do Sub-Índice de Detenção de Quedas, c

PISO	Condição de Supressão	Assinala com uma X, as condições que se verificam	Sub-índice c	
1	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	0,5
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas	X	0,5	
	Outros		0	
2	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
3	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
4	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
5	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
6	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
7	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
8	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
0	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	0
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros		0	

2º NÍVEL - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico, em X's

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Sub-Índice E_0

PISO	φ	C_{sc}	C_c	C_{max}	F	E_1	E_2	E_3	1º Modo de Rotura	2º Modo de Rotura	E_0
									E_{01}	E_{02}	
1	1,0000	0,0000	0,0955	0,0619	1,0000	0,0000	0,0955	0,0619	0,1287	0,0955	0,1287
2	0,8889	0,0000	0,1039	0,0708	1,0000	0,0000	0,1039	0,0708	0,1276	0,0924	0,1276
3	0,8000	0,0000	0,1227	0,0836	1,0000	0,0000	0,1227	0,0836	0,1356	0,0982	0,1356
4	0,7273	0,0000	0,1285	0,1021	1,0000	0,0000	0,1285	0,1021	0,1397	0,0934	0,1397
5	0,6667	0,0000	0,1650	0,1312	1,0000	0,0000	0,1650	0,1312	0,1644	0,1100	0,1644
6	0,6154	0,0000	0,2497	0,1832	1,0000	0,0000	0,2497	0,1832	0,2203	0,1536	0,2203
7	0,5714	0,0000	0,4140	0,3038	1,0000	0,0000	0,4140	0,3038	0,3392	0,2366	0,3392
8	0,5333	0,0000	0,8478	0,0000	1,0000	0,0000	0,8478	0,0000	0,3165	0,4522	0,4522

Tipo de Rotura 1

B

α_1

0

α_2

1

α_3

0,7

Tipo de Rotura 2

C

α_1

0

α_2

0

α_3

1

2 - Cálculo do Sub-Índice S_D

Piso	Items (q_i)		Variáveis	G_i	$R2_i$	$q_{...}$
1	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l	0,00	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,97	0,9	1,00	0,9
2	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l	0,00	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,98	0,9	1,00	0,9
3	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l	0,00	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,88	0,9	1,00	0,9
4	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l	0,00	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,96	0,9	1,00	0,9
5	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l	0,00	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,98	0,8	1,00	0,8
6	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l	0,00	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,83	0	1,00	0
7	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l	0,00	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,00	0,8	1,00	0,8
8	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l	0,00	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,68	0,9	1,00	0,9
	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l				
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m				

S_D de a, b, c, d, e, f, h, i, j =

0,896

3 - Cálculo do Sub-Índice T

Piso	Elementos Estruturais	Grau	FISSURAS E DEFORMAÇÕES ESTRUTURAIS			DETERIORAÇÃO E INACTIVIDADE ESTRUTURAL			Ti
			A	B	C	A	B	C	
1	Laje	N<1/9							0,988
	Viga				0,0000				
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050		
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0	
	Total		P _s =	0,017		P _t =	0,005		
2	Laje	N<1/9							0,988
	Viga				0,0000				
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050		
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0	
	Total		P _s =	0,017		P _t =	0,005		
3	Laje	N<1/9							0,988
	Viga				0,0000				
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050		
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0	
	Total		P _s =	0,017		P _t =	0,005		
4	Laje	N<1/9							0,988
	Viga				0,0000				
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050		
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0	
	Total		P _s =	0,017		P _t =	0,005		
5	Laje	N<1/9							0,988
	Viga				0,0000				
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050		
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0	
	Total		P _s =	0,017		P _t =	0,005		
6	Laje	N<1/9							0,988
	Viga				0,0000				
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050		
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0	
	Total		P _s =	0,017		P _t =	0,005		
7	Laje	N<1/9							0,988
	Viga				0,0000				
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050		
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0	
	Total		P _s =	0,017		P _t =	0,005		
8	Laje	N<1/9							0,988
	Viga				0,0000				
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050		
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0	
	Total		P _s =	0,017		P _t =	0,005		
0	Laje								1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares								
	Sub-Total		0	0	0	0	0	0	
	Total		P _s =	0		P _t =	0		

4 - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico

PISO	E ₀	S _D	T	I _s
1	0,1287	0,8061	0,9879	0,1025
2	0,1276	0,8061	0,9879	0,1016
3	0,1356	0,8061	0,9879	0,1080
4	0,1397	0,8061	0,9879	0,1113
5	0,1644	0,8061	0,9879	0,1310
6	0,2203	0,8061	0,9879	0,1755
7	0,3392	0,8061	0,9879	0,2701
8	0,4522	0,8061	0,9879	0,3601

2º NÍVEL - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais, em X's

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais

PISO	B _j	h _j	W _j	H _j	L _j	ΣL _j	ΣB _j *W _j *H _j *L _j	I _N
1	0,650	2,500	0,857	0,500	6,6	40,900	1,839	0,045
2	0,650	2,600	0,871	1,000	6,6	44,900	3,738	0,083
3	0,650	2,600	0,871	1,000	6,6	44,900	3,738	0,083
4	0,650	2,600	0,871	1,000	6,6	44,900	3,738	0,083
5	0,650	2,600	0,871	1,000	6,6	44,900	3,738	0,083
6	0,650	2,600	0,871	1,000	6,6	44,900	3,738	0,083
7	0,650	2,600	0,871	1,000	4,75	44,900	2,691	0,060
8	0,650	2,600	0,871	1,000	4,75	44,900	2,691	0,060
0	0,000			0,000			0	

2 - Cálculo do Sub-Índice de Flexibilidade

PISO	Historial de Danos Sofridos	Anos que passaram			t		f	B
		g _y						
		1	2	3				
1	g _H	1			0	0,5	0,3	0,65
		2		X	0,5			
		3			0			
2	g _H	1			0	0,5	0,3	0,65
		2		X	0,5			
		3			0			
3	g _H	1			0	0,5	0,3	0,65
		2		X	0,5			
		3			0			
4	g _H	1			0	0,5	0,3	0,65
		2		X	0,5			
		3			0			
5	g _H	1			0	0,5	0,3	0,65
		2		X	0,5			
		3			0			
6	g _H	1			0	0,5	0,3	0,65
		2		X	0,5			
		3			0			
7	g _H	1			0	0,5	0,3	0,65
		2		X	0,5			
		3			0			
8	g _H	1			0	0,5	0,3	0,65
		2		X	0,5			
		3			0			
0	g _H	1			0	0		0
		2			0			
		3			0			

3 - Cálculo do Sub-Índice Ambiental, e

PISO	Tipo de Ambiente	Assinala com uma X, as condições que se verificam	Sub-índice e	
1	Rua Pública,	X	1	1
	Rua Privada, Estrada Local, Corredor,		0	
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0	
	Espaços Abertos onde as pessoas não		0	
2	Rua Pública,	X	1	1
	Rua Privada, Estrada Local, Corredor,		0	
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0	
	Espaços Abertos onde as pessoas não		0	
3	Rua Pública,	X	1	1
	Rua Privada, Estrada Local, Corredor,		0	
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0	
	Espaços Abertos onde as pessoas não		0	
4	Rua Pública,	X	1	1
	Rua Privada, Estrada Local, Corredor,		0	
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0	
	Espaços Abertos onde as pessoas não		0	
5	Rua Pública,	X	1	1
	Rua Privada, Estrada Local, Corredor,		0	
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0	
	Espaços Abertos onde as pessoas não		0	
6	Rua Pública,	X	1	1
	Rua Privada, Estrada Local, Corredor,		0	
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0	
	Espaços Abertos onde as pessoas não		0	
7	Rua Pública,	X	1	1
	Rua Privada, Estrada Local, Corredor,		0	
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0	
	Espaços Abertos onde as pessoas não		0	
8	Rua Pública,	X	1	1
	Rua Privada, Estrada Local, Corredor,		0	
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0	
	Espaços Abertos onde as pessoas não		0	
0	Rua Pública,		0	0
	Rua Privada, Estrada Local, Corredor,		0	
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0	
	Espaços Abertos onde as pessoas não		0	

4 - Cálculo do Sub-Índice de Detenção de Quedas, c

PISO	Condição de Supressão	Assinala com uma X, as condições que se verificam	Sub-índice c	
1	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados, recuados, etc.		0	0,5
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas	X	0,5	
	Outros		0	
2	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados, recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
3	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados, recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
4	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados, recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
5	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados, recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
6	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados, recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
7	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados, recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
8	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados, recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
0	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados, recuados, etc.		0	0
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros		0	

Cálculo do Índice de Solicitação Sísmica I_{S0}

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

Cálculo de índices para diferentes tipos de Sismo

a_{gR}	0,35	γ_1	1	S_1	1	$a_{gR} \cdot \gamma_1 \cdot S_1$	0,35
a_{gR}	0,8	γ_2	1	S_2	1	$a_{gR} \cdot \gamma_2 \cdot S_2$	0,8

Classe de Importância

II

$a_{gR} \cdot \gamma \cdot S$

0,8

Tipo de Estrutura

Sistema com grandes paredes pouco armadas

α_u / α_1

1,3

Sistema Estrutural

Pórtico, misto, Paredes acopladas

Ductilidade do Edifício

DCM - Média Ductilidade

- Verificação de Critérios de Regularidade em Altura

Condição

Nenhuma das anteriores

0

L

L2

0

Verificação

0

L1

0

L3

λ

1

q_{0DCM}

3,9

q_0

3,9

K_x

1,03347

$K w_x$

1,000

q_x

3,900

q_{0DCH}

5,85

K_y

1,48

$K w_y$

1,000

q_y

3,900

I_{s0x}

=

0,052

I_{s0y}

=

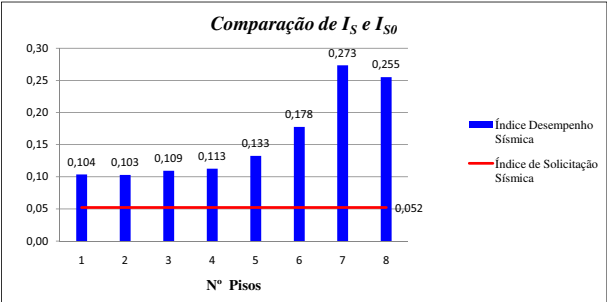
0,052

Verificação da Vulnerabilidade Sísmica de Elementos Estruturais - Eixo X's

COMPARAÇÃO DE ELEMENTOS ESTRUTURAIS

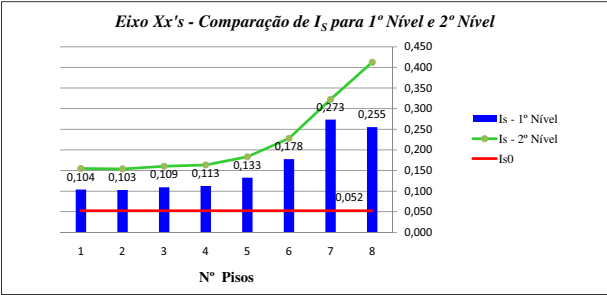
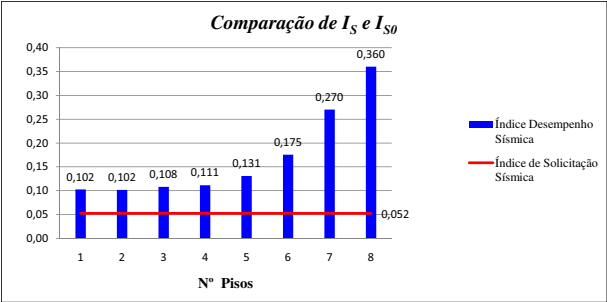
COMPARAÇÃO DE I_s e I_{s0} 1º NÍVEL DE AVALIAÇÃO

PISO	E_0	S_D	T	I_s	I_{s0}	VERIFICAÇÃO SEGURANÇA À ACÇÃO SÍSMICA
1	0,129	0,896	0,900	0,104	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
2	0,128			0,103	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
3	0,136			0,109	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
4	0,140			0,113	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
5	0,164			0,133	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
6	0,220			0,178	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
7	0,339			0,273	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
8	0,317			0,255	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica



COMPARAÇÃO DE I_s e I_{s0} 2º NÍVEL DE AVALIAÇÃO

PISO	E_0	S_D	T	I_s	I_{s0}	VERIFICAÇÃO SEGURANÇA À ACÇÃO SÍSMICA
1	0,129	0,806	0,988	0,102	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
2	0,128	0,806	0,988	0,102	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
3	0,136	0,806	0,988	0,108	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
4	0,140	0,806	0,988	0,111	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
5	0,164	0,806	0,988	0,131	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
6	0,220	0,806	0,988	0,175	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
7	0,339	0,806	0,988	0,270	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
8	0,452	0,806	0,988	0,360	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica

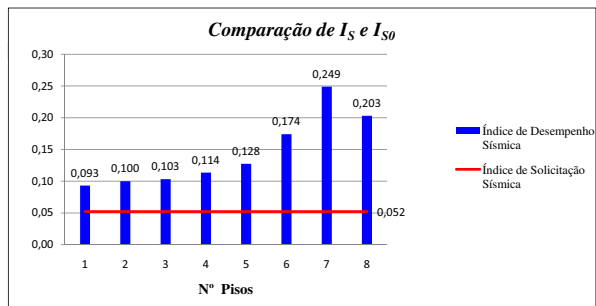


Verificação da Vulnerabilidade Sísmica de Elementos Estruturais - Eixo Y's

COMPARAÇÃO DE ELEMENTOS ESTRUTURAIS

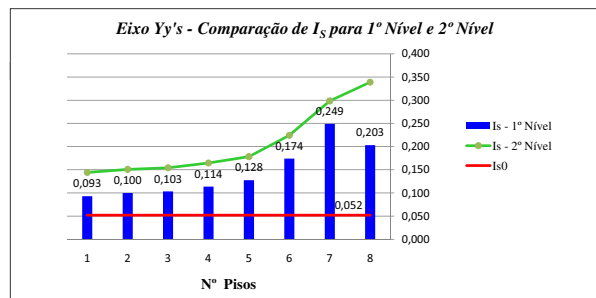
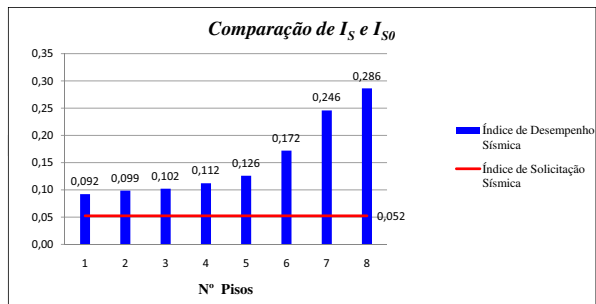
COMPARAÇÃO DE I_s e I_{s0} 1º NÍVEL DE AVALIAÇÃO

PISO	E_0	S_D	T	I_s	I_{s0}	VERIFICAÇÃO SEGURANÇA Á ACÇÃO SÍSMICA
1	0,116	0,896	0,900	0,093	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
2	0,124			0,100	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
3	0,128			0,103	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
4	0,141			0,114	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
5	0,158			0,128	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
6	0,216			0,174	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
7	0,309			0,249	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
8	0,252			0,203	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica



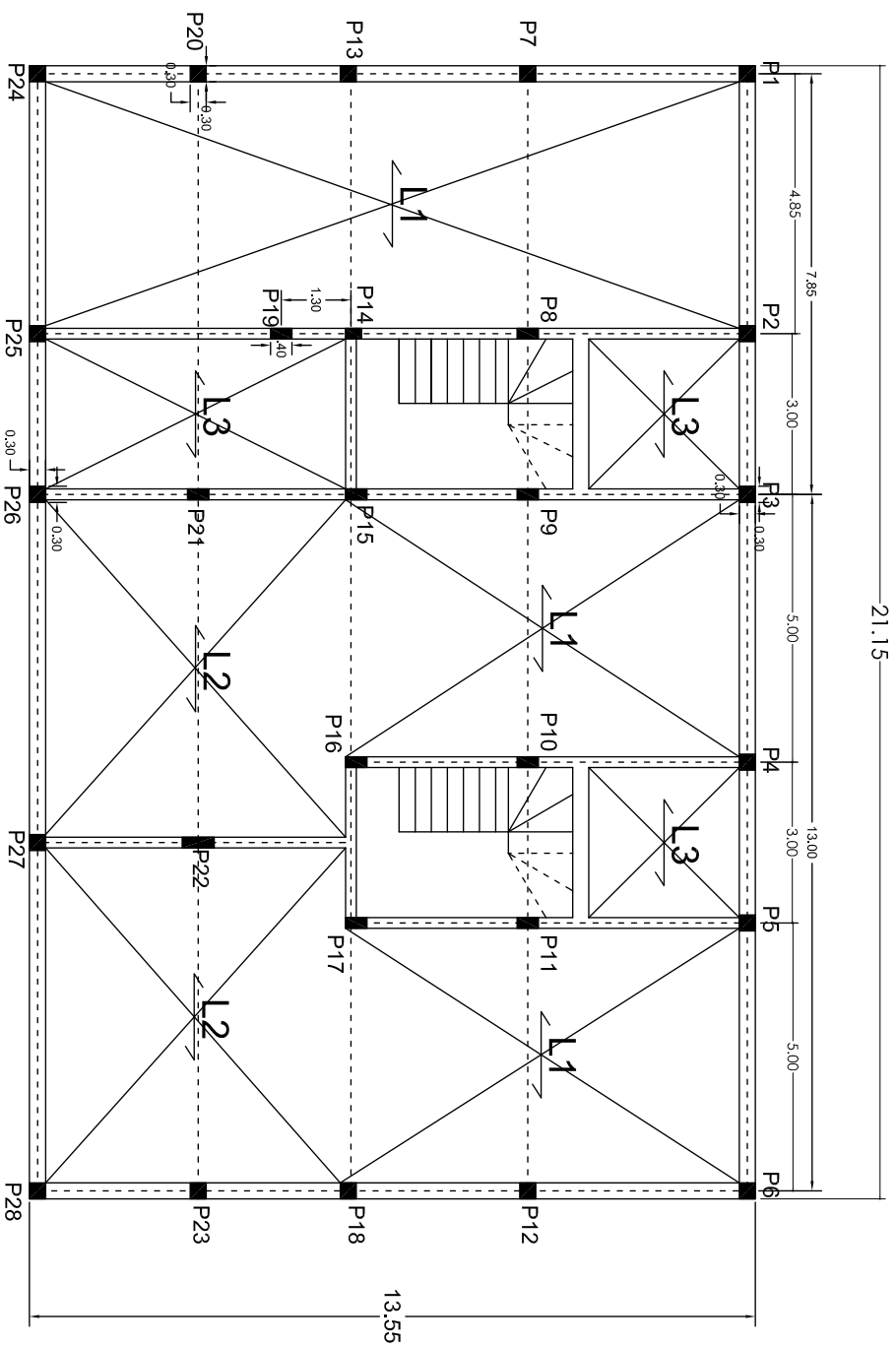
COMPARAÇÃO DE I_s e I_{s0} 2º NÍVEL DE AVALIAÇÃO

PISO	E_0	S_D	T	I_s	I_{s0}	VERIFICAÇÃO SEGURANÇA Á ACÇÃO SÍSMICA
1	0,116	0,806	0,988	0,092	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
2	0,124	0,806	0,988	0,099	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
3	0,128	0,806	0,988	0,102	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
4	0,141	0,806	0,988	0,112	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
5	0,158	0,806	0,988	0,126	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
6	0,216	0,806	0,988	0,172	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
7	0,309	0,806	0,988	0,246	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
8	0,360	0,806	0,988	0,286	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica



PISOS	DESIGN.	DIMENSÕES		ÁREA	I	E.I	d	Ld	ΣI	ΣLd	Cr _y	Cm _y	x
		a	b										
		[m]	[m]										
1	P1	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
	P2	0,30	0,30	0,09000	0,00068		4,35	0,00296					
	P3	0,30	0,30	0,15000	0,00113		10,8	0,03380					
	P4	0,30	0,30	0,09000	0,00068		17,05	0,01159					
	P5	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438					
	P6	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
	P7	0,30	0,90	0,27000	0,01823		4,35	0,07930					
	P8	0,30	0,90	0,27000	0,01823		17,05	0,31082					
	P9	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438					
	P10	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
	P11	0,30	0,90	0,27000	0,01823		4,35	0,07930					
	P12	0,30	0,30	0,15000	0,00113		9,1	0,02848					
	P13	0,30	0,30	0,15000	0,00113		12,5	0,03913					
	P14	0,30	0,90	0,27000	0,01823		17,05	0,31082					
	P15	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438					
2	P16	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
	P17	0,30	0,30	0,09000	0,00068		4,35	0,00296					
	P18	0,30	0,30	0,15000	0,00113		10,8	0,03380					
	P19	0,30	0,30	0,09000	0,00068		17,05	0,01159					
	P20	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438					
	P21	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
	P22	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438					
	P23	0,30	0,30	0,15000	0,00113		9,1	0,02848					
	P24	0,30	0,30	0,09000	0,00068		12,5	0,03913					
	P25	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438					
	P26	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
	P27	0,30	0,90	0,27000	0,01823		4,35	0,07930					
	P28	0,30	0,90	0,27000	0,01823		17,05	0,31082					
	P29	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438					
	P30	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
3	P31	0,30	0,90	0,27000	0,01823		4,35	0,07930					
	P32	0,30	0,30	0,15000	0,00113		9,1	0,02848					
	P33	0,30	0,30	0,15000	0,00113		12,5	0,03913					
	P34	0,30	0,90	0,27000	0,01823		17,05	0,31082					
	P35	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438					
	P36	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
	P37	0,30	0,30	0,09000	0,00068		4,35	0,00296					
	P38	0,30	0,30	0,15000	0,00113		10,8	0,03380					
	P39	0,30	0,30	0,09000	0,00068		17,05	0,01159					
	P40	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438					
	P41	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
	P42	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438					
	P43	0,30	0,30	0,15000	0,00113		9,1	0,02848					
	P44	0,30	0,30	0,09000	0,00068		12,5	0,03913					
	P45	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438					
4	P46	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
	P47	0,30	0,30	0,09000	0,00068		4,35	0,00296					
	P48	0,30	0,30	0,15000	0,00113		10,8	0,03380					
	P49	0,30	0,30	0,09000	0,00068		17,05	0,01159					
	P50	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438					
	P51	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
	P52	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438					
	P53	0,30	0,30	0,15000	0,00113		9,1	0,02848					
	P54	0,30	0,30	0,09000	0,00068		12,5	0,03913					
	P55	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438					
	P56	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
	P57	0,30	0,90	0,27000	0,01823		4,35	0,07930					
	P58	0,30	0,90	0,27000	0,01823		17,05	0,31082					
	P59	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438					
	P60	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
5	P61	0,30	0,90	0,27000	0,01823		4,35	0,07930					
	P62	0,30	0,30	0,09000	0,00068		9,1	0,00819					
	P63	0,30	0,30	0,09000	0,00068		12,5	0,03913					
	P64	0,30	0,90	0,27000	0,01823		17,05	0,31082					
	P65	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438					
	P66	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
	P67	0,30	0,90	0,27000	0,01823		4,35	0,07930					
	P68	0,30	0,90	0,27000	0,01823		17,05	0,31082					
	P69	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438					
	P70	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
	P71	0,30	0,90	0,27000	0,01823		4,35	0,07930					
	P72	0,30	0,30	0,15000	0,00113		9,1	0,02848					
	P73	0,30	0,30	0,15000	0,00113		12,5	0,03913					
	P74	0,30	0,90	0,27000	0,01823		17,05	0,31082					
	P75	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438					
6	P76	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
	P77	0,30	0,30	0,09000	0,00068		4,35	0,00296					
	P78	0,30	0,30	0,15000	0,00113		10,8	0,03380					
	P79	0,30	0,30	0,09000	0,00068		17,05	0,01159					
	P80	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438					
	P81	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
	P82	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438					
	P83	0,30	0,30	0,15000	0,00113		9,1	0,02848					
	P84	0,30	0,30	0,09000	0,00068		12,5	0,03913					
	P85	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438					
	P86	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
	P87	0,30	0,90	0,27000	0,01823		4,35	0,07930					
	P88	0,30	0,90	0,27000	0,01823		17,05	0,31082					
	P89	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438					
	P90	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
7	P91	0,30	0,90	0,27000	0,01823		4,35	0,07930					
	P92	0,30	0,30	0,15000	0,00113		9,1	0,00819					
	P93	0,30	0,30	0,15000	0,00113		12,5	0,00850					
	P94	0,30	0,90	0,27000	0,01823		17,05	0,31082					
	P95	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438					
	P96	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
	P97	0,30	0,90	0,27000	0,01823		4,35	0,07930					
	P98	0,30	0,90	0,27000	0,01823		17,05	0,31082					
	P99	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438					
	P100	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
	P101	0,30	0,90	0,27000	0,01823		4,35	0,07930					
	P102	0,30	0,30	0,15000	0,00113		9,1	0,02848					
	P103	0,30	0,30	0,15000	0,00113		12,5	0,03913					
	P104	0,30	0,90	0,27000	0,01823		17,05	0,31082					
	P105	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438					
8	P106	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
	P107	0,30	0,30	0,09000	0,00068		4,35	0,00296					
	P108	0,30	0,30	0,15000	0,00113		10,8	0,03380					
	P109	0,30	0,30	0,09000	0,00068		17,05	0,01159					
	P110	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438					
	P111	0,30	0,90	0,27000	0,01823		4,35	0,07930					
9	P112	0,30	0,30	0,09000	0,00068		9,1	0,00819					
	P113	0,30	0,30	0,09000	0,00068		12,5	0,00850					
	P114	0,30	0,90	0,27000	0,01823		17,05	0,31082					
	P115	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438					
	P116	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
	P117	0,30	0,90	0,27000	0,01823		4,35	0,07930					

A.2.2 CASO DE ESTUDO Nº2



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: ESC. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Junho de 1982

ESPECIALIDADE:

Estruturalidade

LOCAL:

Caso nº2 - Edifício Habitacional Maia
Gaveto das Ruas de Ceuta e de Seráfim Alves
da Cruz - Freguesia Águas Santas (Maia)

Plantas estruturais

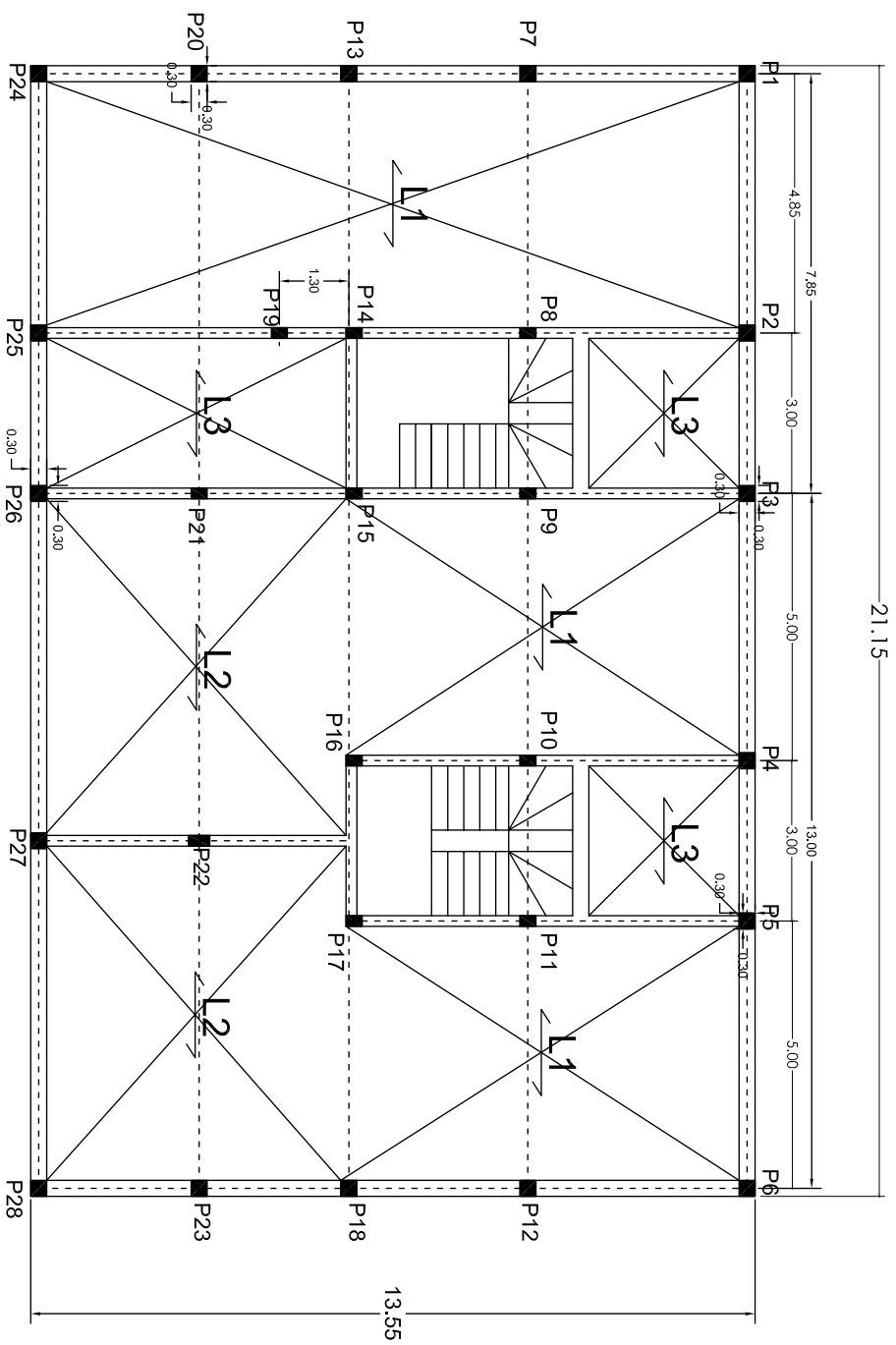
DESENHO Nº:

1 / 16

DESIGNAÇÃO:
Planta do Rés-do-Chão

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: ESC. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Junho de 1982

ESPECIALIDADE:

Estrabilidade

LOCAL:

Caso nº2 - Edifício Habitacional Maia
Gaveto das Ruas de Ceuta e de Serafim Alves
da Cruz - Freguesia Águas Santas (Maia)

Plantas estruturais

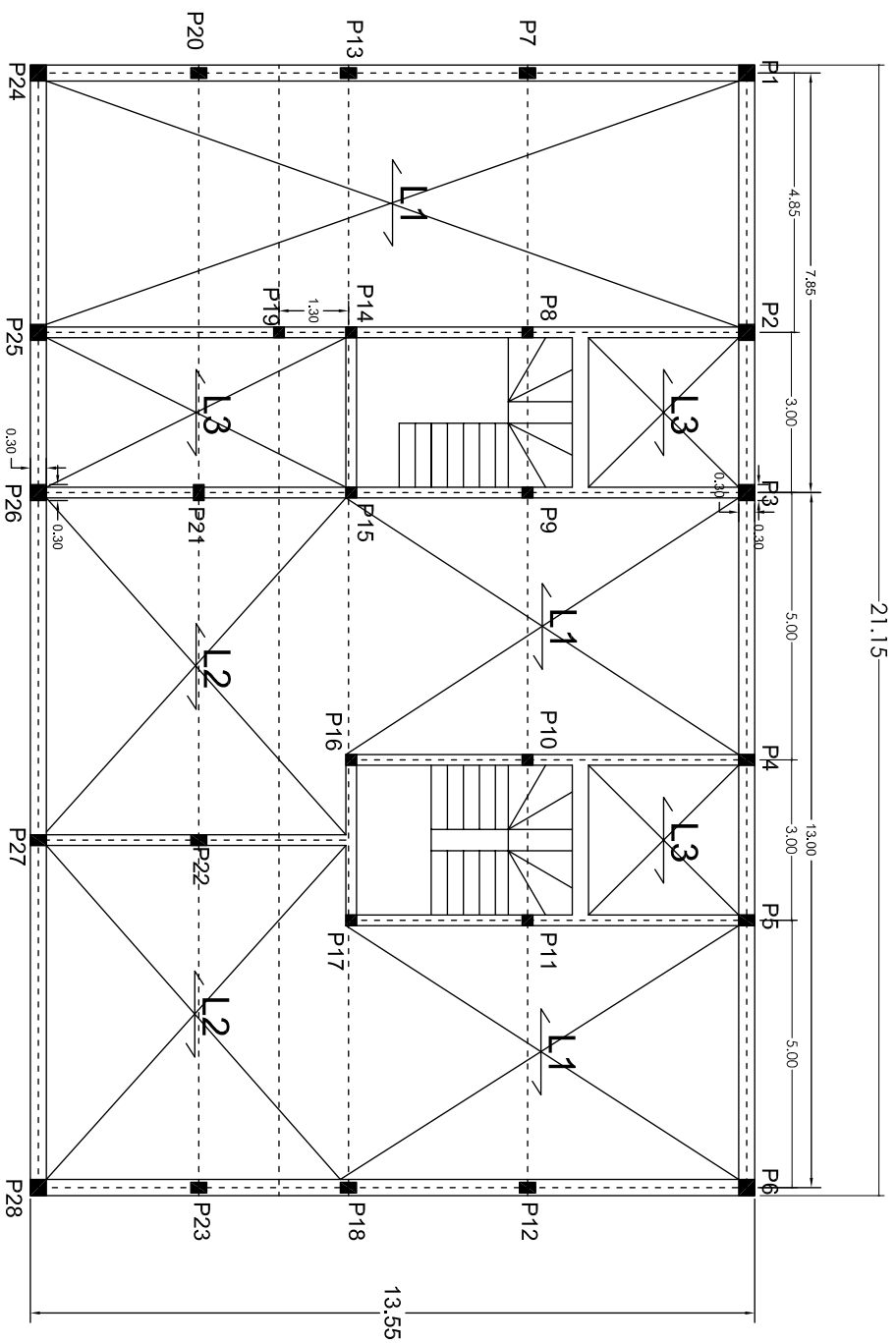
DESENHO Nº:

21/16

DESIGNAÇÃO:
Planta do 1º Piso

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: ESC. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Junho de 1982

ESPECIALIDADE: Estrabilidade

OBRA: Caso nº2 - Edifício Habitacional Maia

LOCAL:

Gaveto das Ruas de Ceuta e de Serafim Alves
da Cruz - Freguesia Águas Santas (Maia)

Plantas estruturais

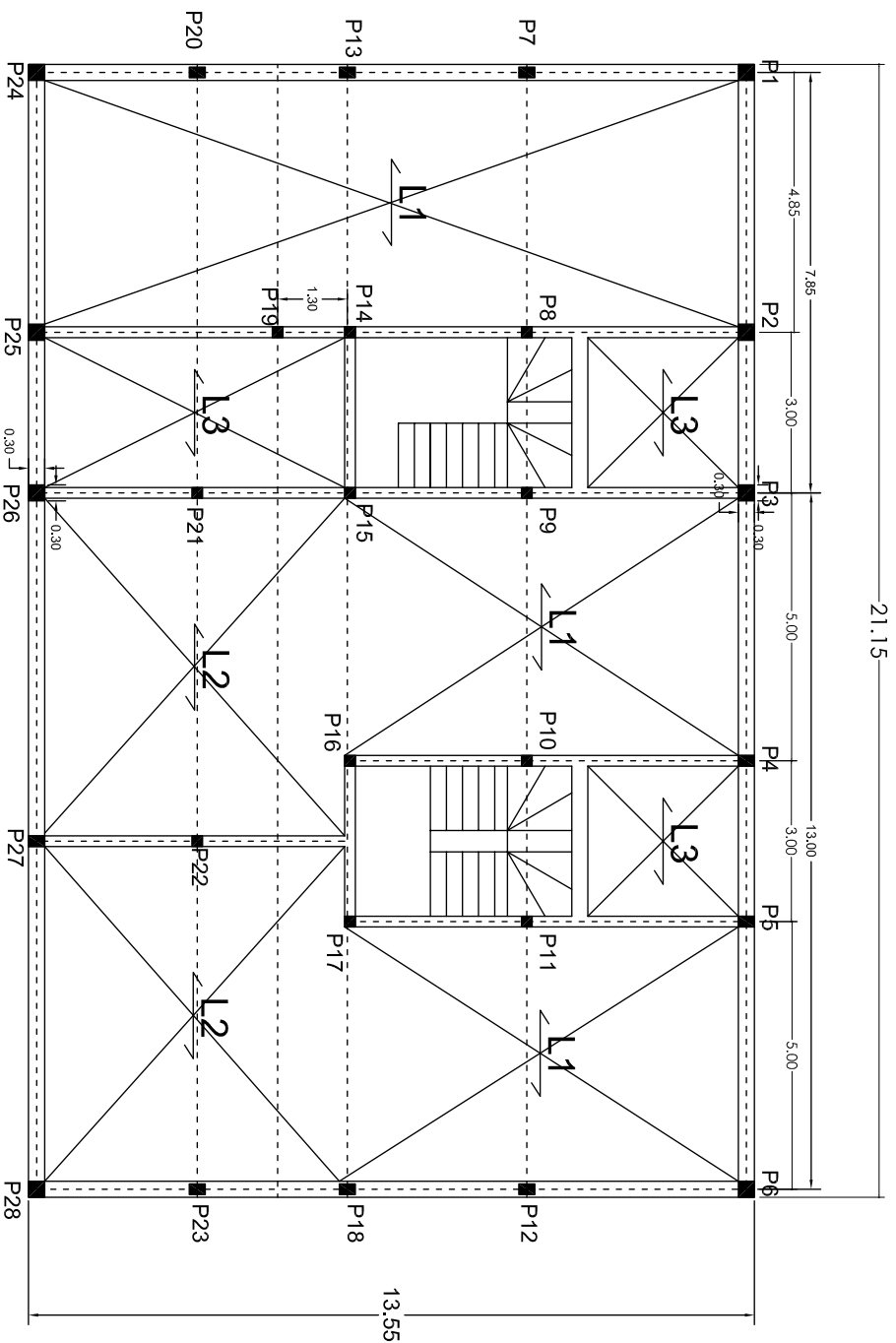
DESIGNAÇÃO:

Planta do 2º Piso

DESENHO Nº 3/16

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: ESC. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Junho de 1982

ESPECIALIDADE:

Estruturalidade

LOCAL:

Caso nº2 - Edifício Habitacional Maia
Gaveto das Ruas de Ceuta e de Serafim Alves
da Cruz - Freguesia Águas Santas (Maia)

Plantas estruturais

DESIGNAÇÃO:

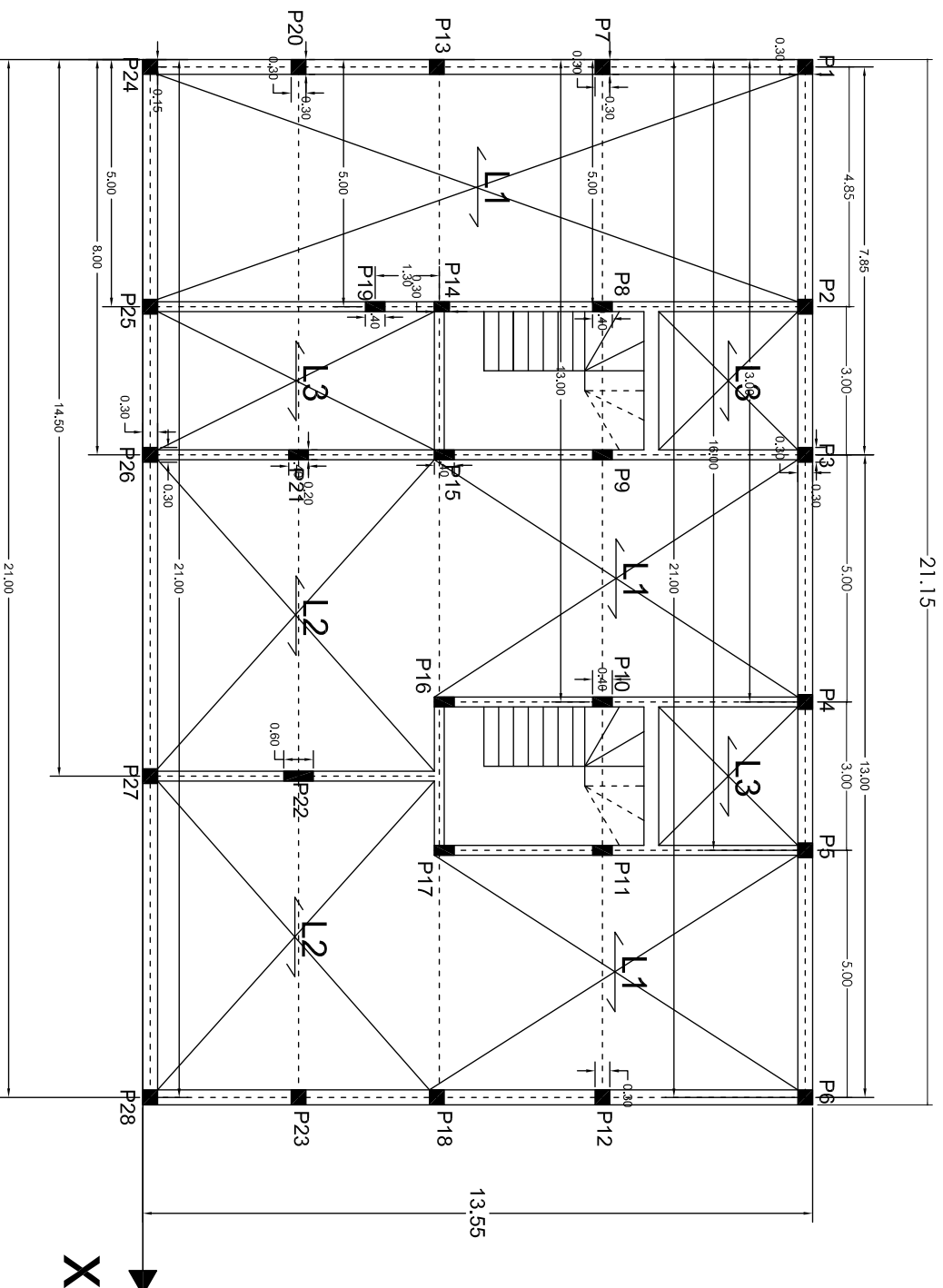
Planta do 3º Piso

DESENHO Nº:

4/16

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2017

ESCALAS:
esc. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Junho de 1982

ESPECIALIDADE

DE
Estabilidade

--	--

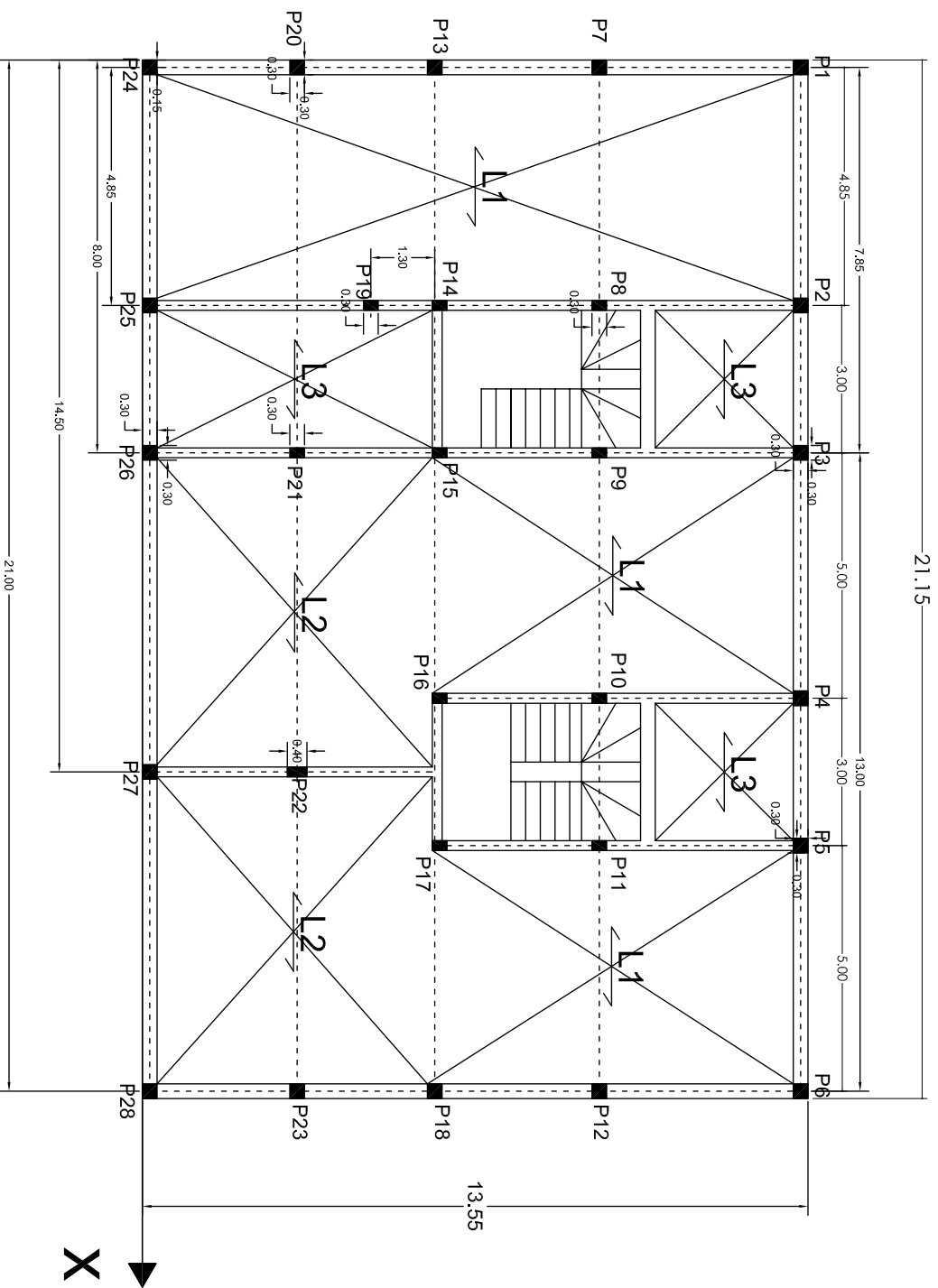
Gaveto das Ruas de Ceuta e de Serafim Alves
da Cruz - Freguesia Águas Santas (Maia)


DESENHO N.º: 5 / 16

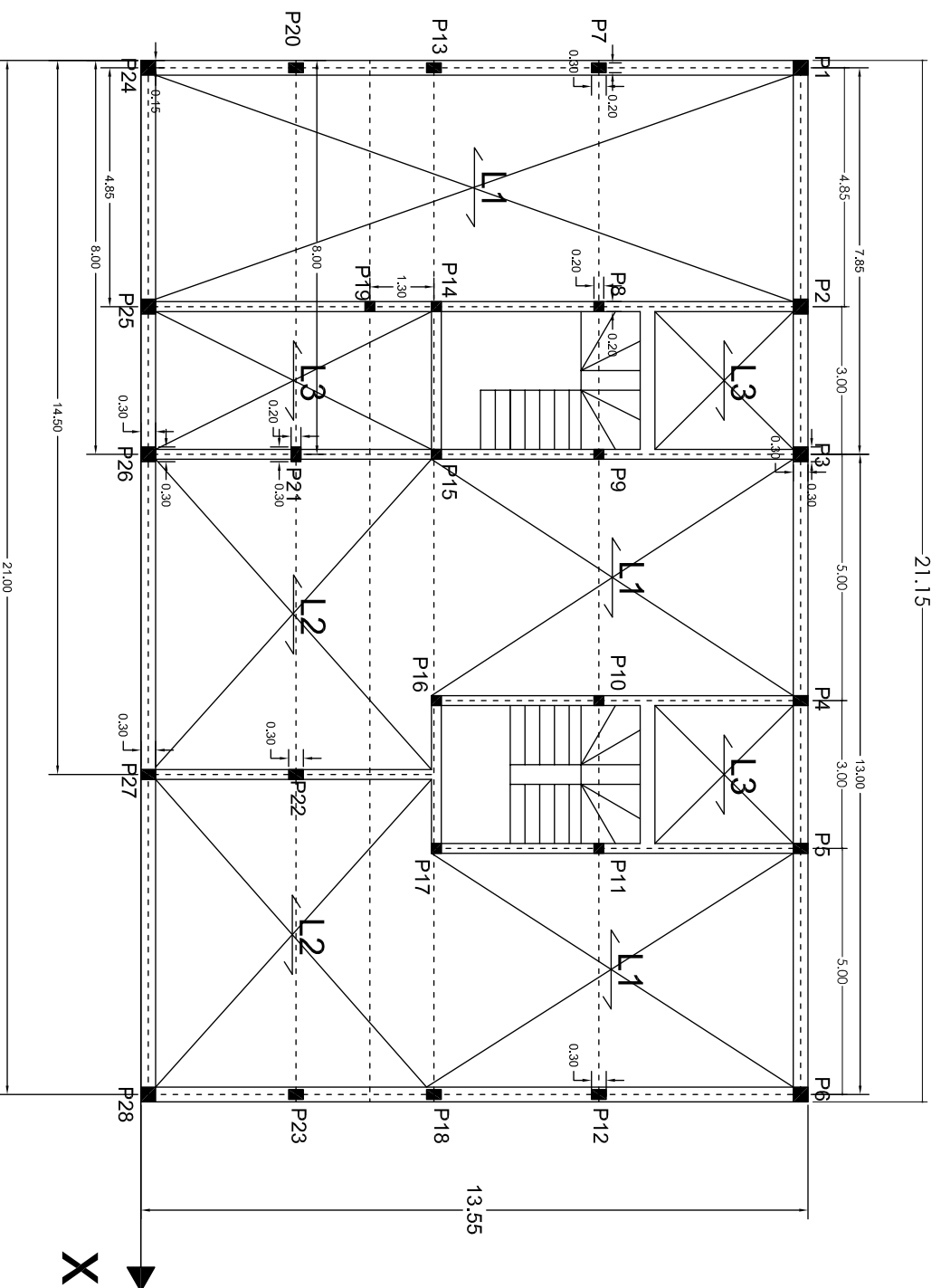
DESIGNAÇÃO: *Planta do Rés do Chão*

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



<div><div>Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil 2011</div></div>		<div>ESCALAS: esc. 1/100</div>	
		<div>DATA DE CONSTRUÇÃO: 26 de Junho de 1982</div>	
<div>OBRA: Caso nº2 - Edifício Habitacional Maia</div>		<div>ESPECIALIDADE: Estrabilidade</div>	
<div>LOCAL: Gaveto das Ruas de Ceuta e de Serafim Alves da Cruz - Freguesia Águas Santas (Maia)</div>		<div>Referencial do Eixo X</div>	
<div>DESIGNAÇÃO: Planta do 1ºPiso</div>		<div>DESENHO Nº. 6/16</div>	
<div>"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"</div> <div>Jeniffer Martins</div>			



ESCALAS:
esc. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

ESPECIALIDADE

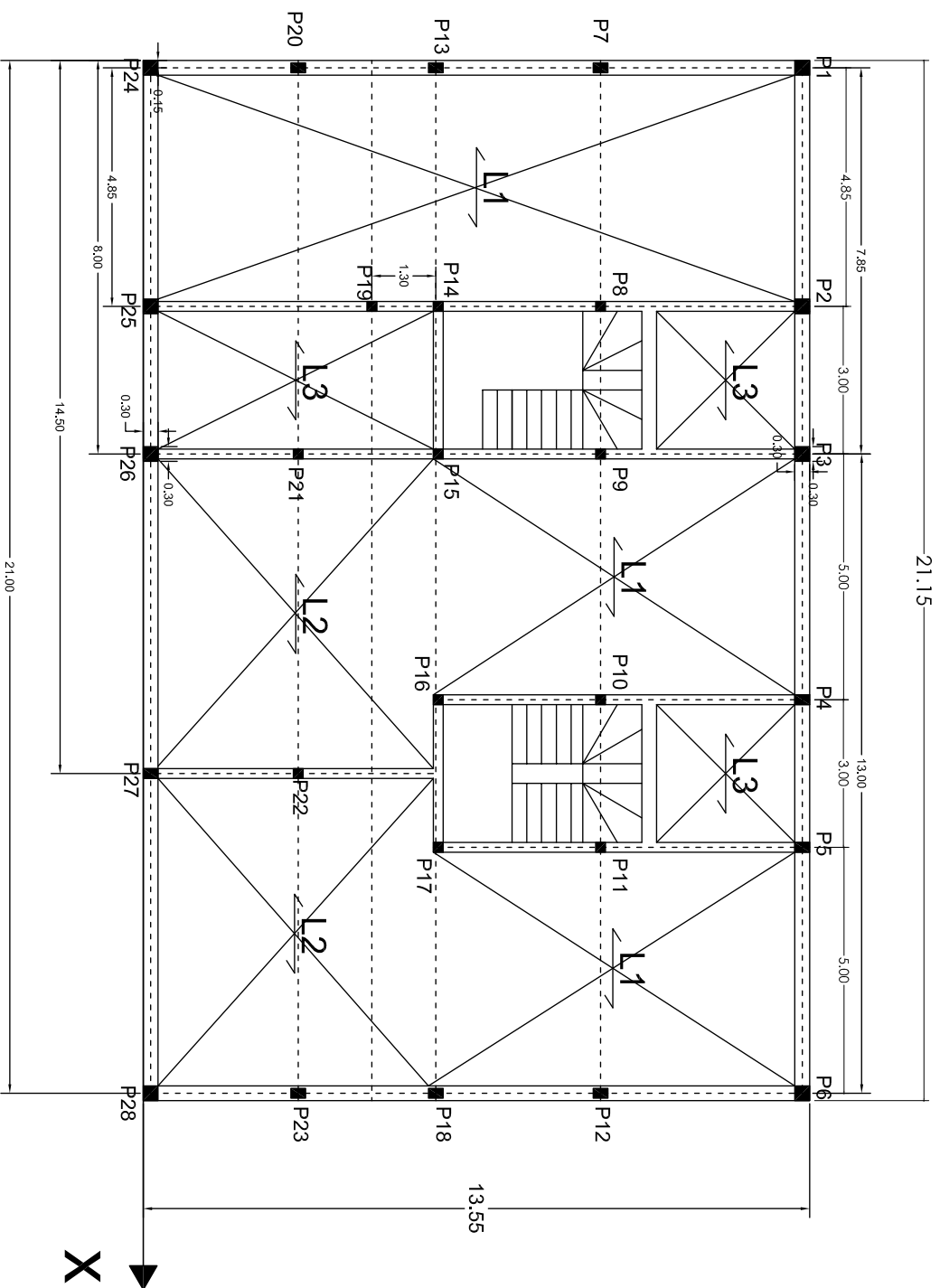
OBRA:	Caso nº2 - Edificio Habitacional Maia
LOCAL:	

Referencial do Eixo X

DESIGNAÇÃO:	DESENHO Nº: 7/16
-------------	------------------

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: ESC. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Junho de 1982

ESPECIALIDADE:

Estruturalidade

OBRA:

Caso nº2 - Edifício Habitacional Maia

LOCAL:

Gaveto das Ruas de Ceuta e de Serafim Alves
da Cruz - Freguesia Águas Santas (Maia)

DESIGNAÇÃO:

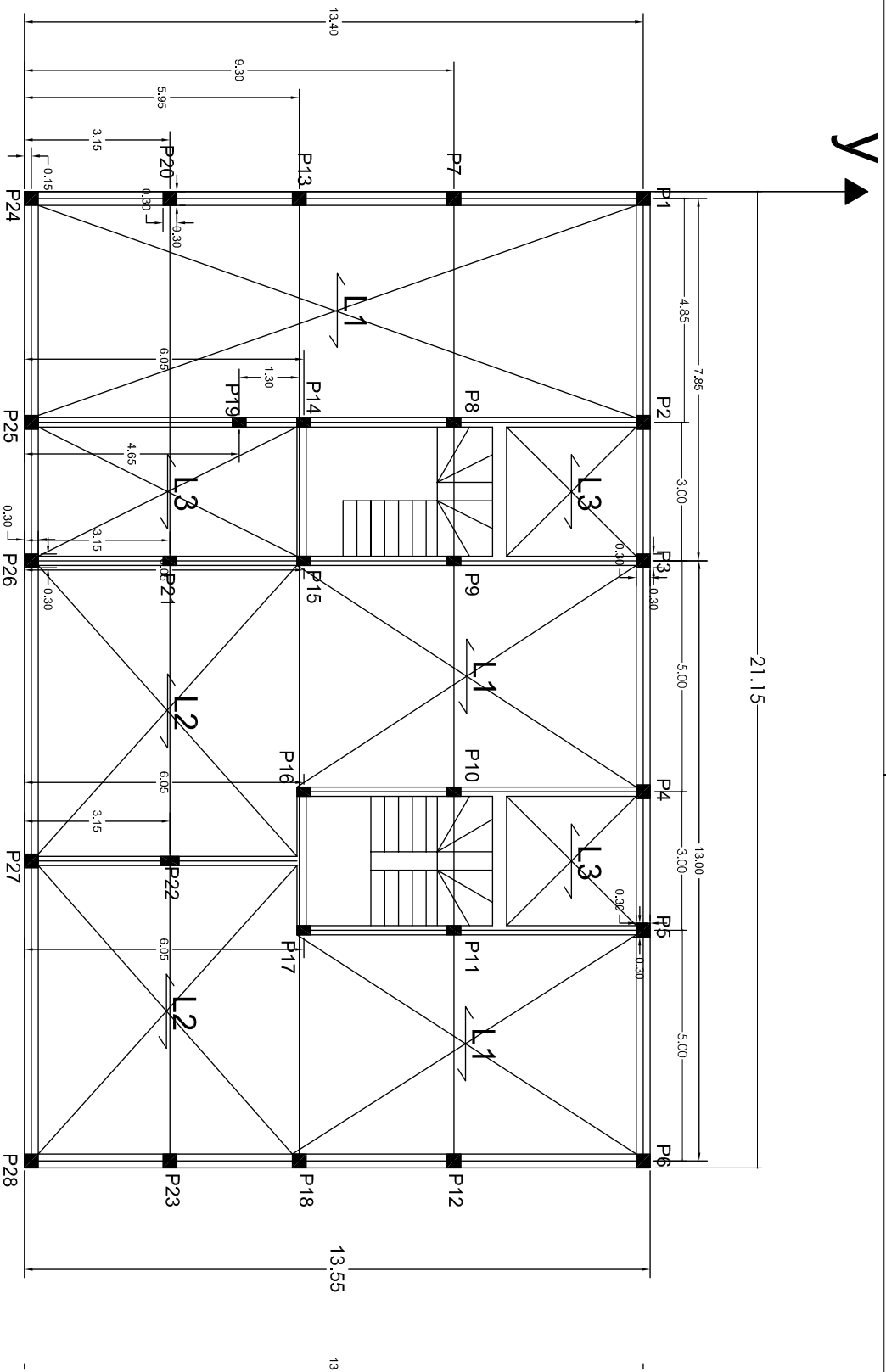
Planta do 3º Piso

DESENHO Nº:

8/16

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2017

ESCALAS:
esc. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

OBRA:

ESPECIALIDADE

Estabilidade

LOCAL:

Gaveto das Ruas de Ceuta e de Serafim Alves
da Cruz - Freguesia Águas Santas (Maia)

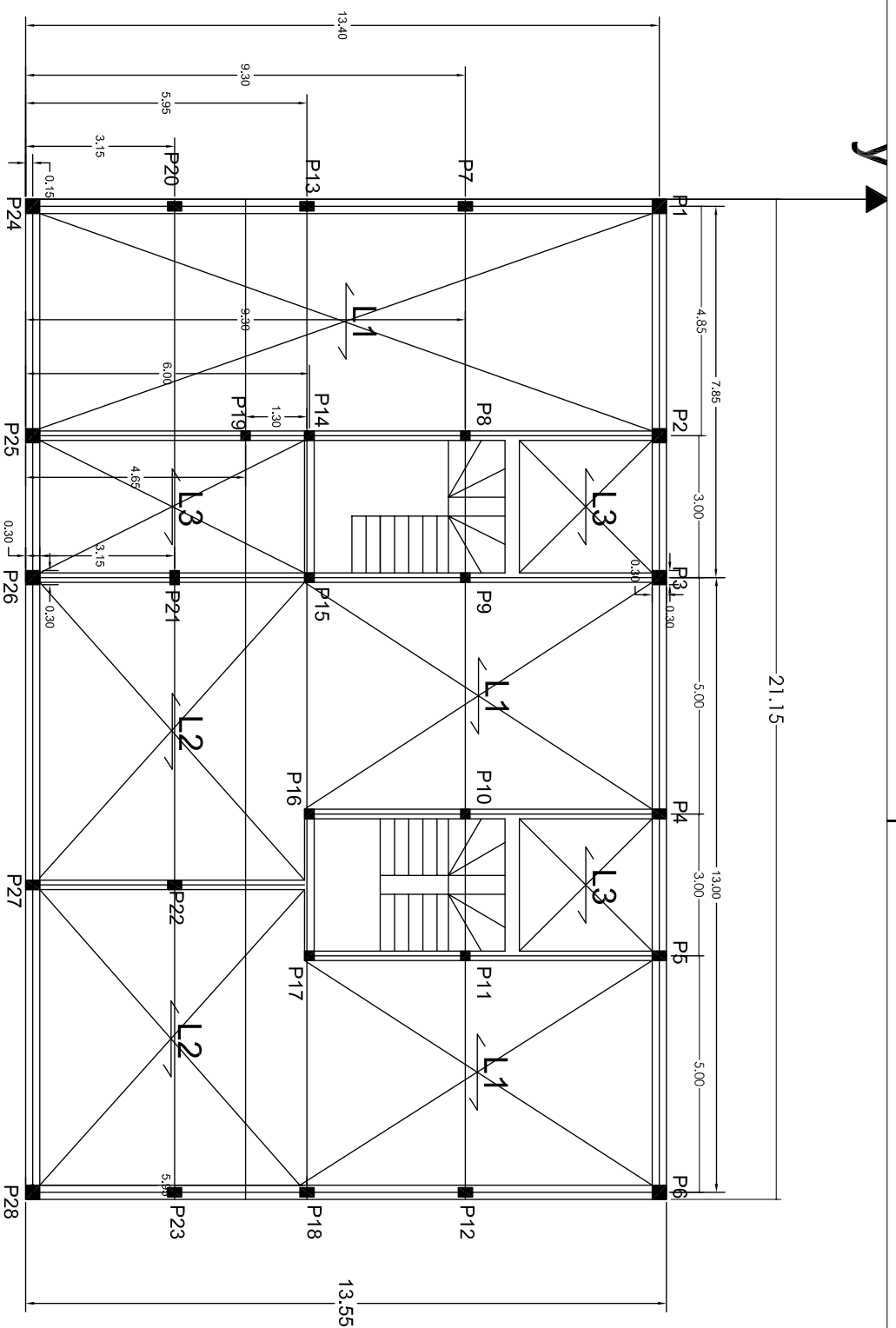
DESIGNAÇÃO:	
-------------	--

Planta do 1º Piso

DESENHO Nº: 10/16

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: ESC. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Junho de 1982

ESPECIALIDADE:

Estrabilidade

LOCAL:

Caso nº2 - Edifício Habitacional Maia
Gareto das Ruas de Ceuta e de Serafim Alves
da Cruz - Freguesia Águas Santas (Maia)

Referencial do Eixo Y

DESIGNAÇÃO:

Planta do 2ºPiso

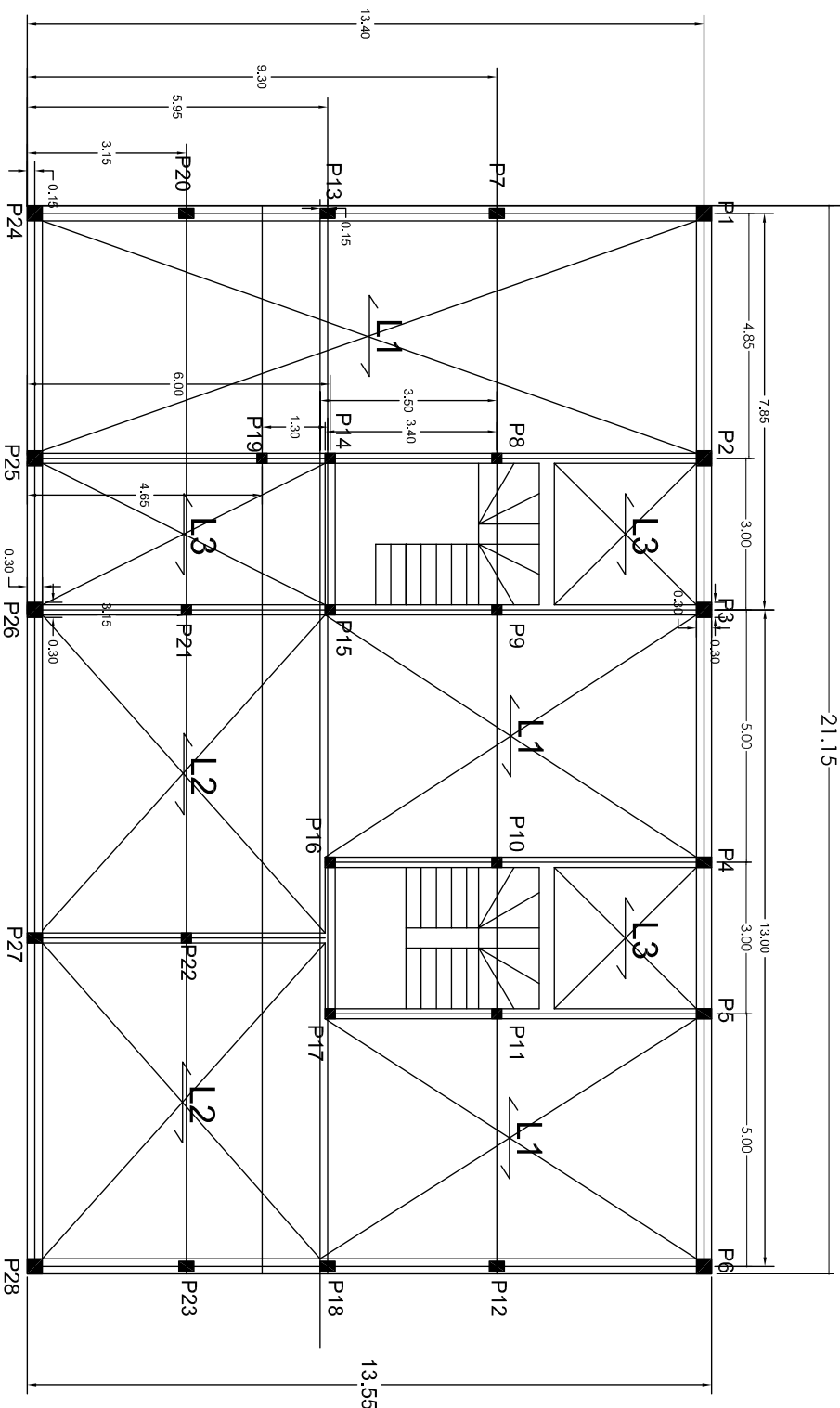
DESENHO Nº

11 / 16

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins

Y ▲



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: ESC. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Junho de 1982

ESPECIALIDADE:

Estruturalidade

OBRA:

Caso nº2 - Edifício Habitacional Maia

LOCAL:

Gaveto das Ruas de Ceuta e de Serafim Alves
da Cruz - Freguesia Águas Santas (Maia)

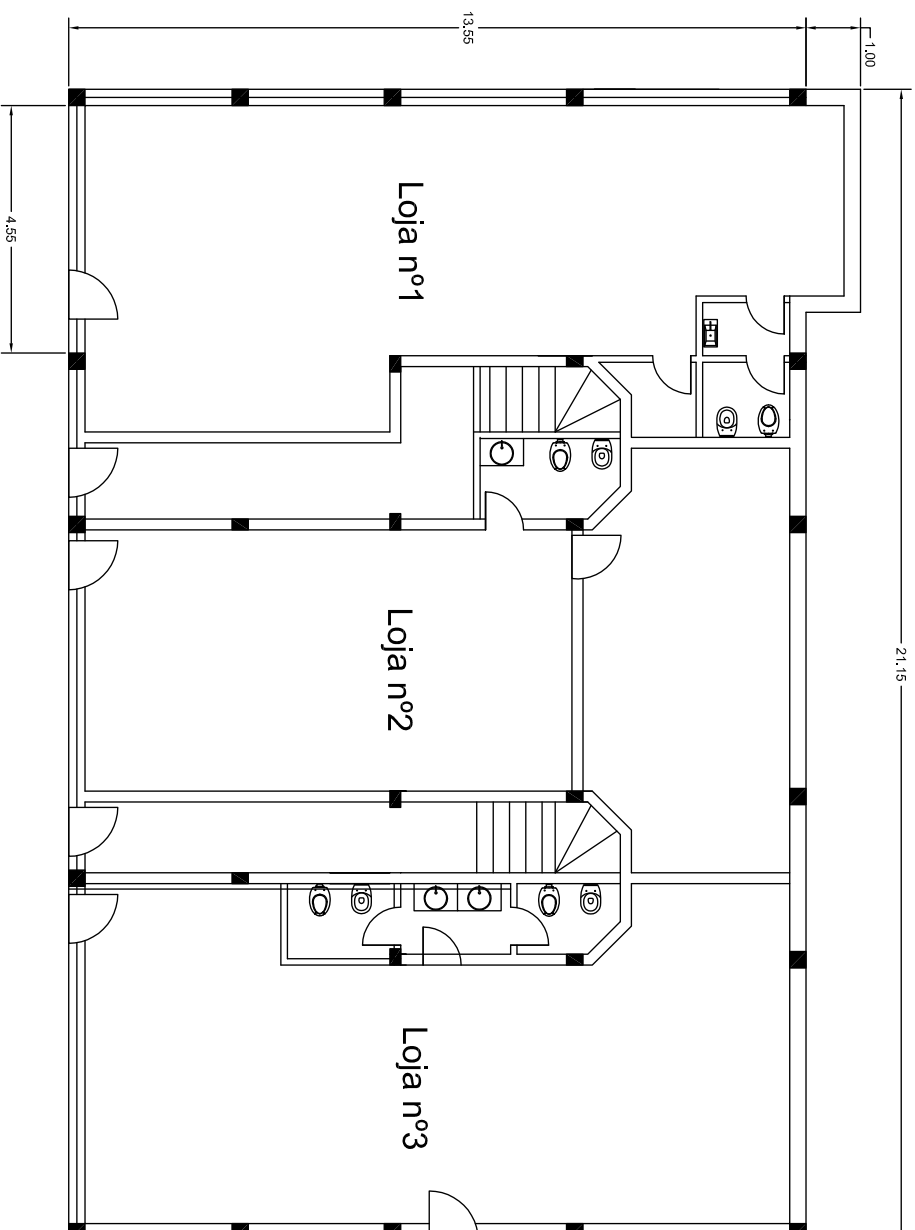
DESIGNAÇÃO:

Planta do 3º Piso

DESENHO Nº 12/ 16

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: ESC. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Junho de 1982

ESPECIALIDADE:

Arquitectura

OBRA: Caso nº2 - Edifício Habitacional Maia

LOCAL:

Gaveto das Ruas de Ceuta e de Serafim Alves
da Cruz - Freguesia Águas Santas (Maia)

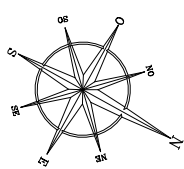
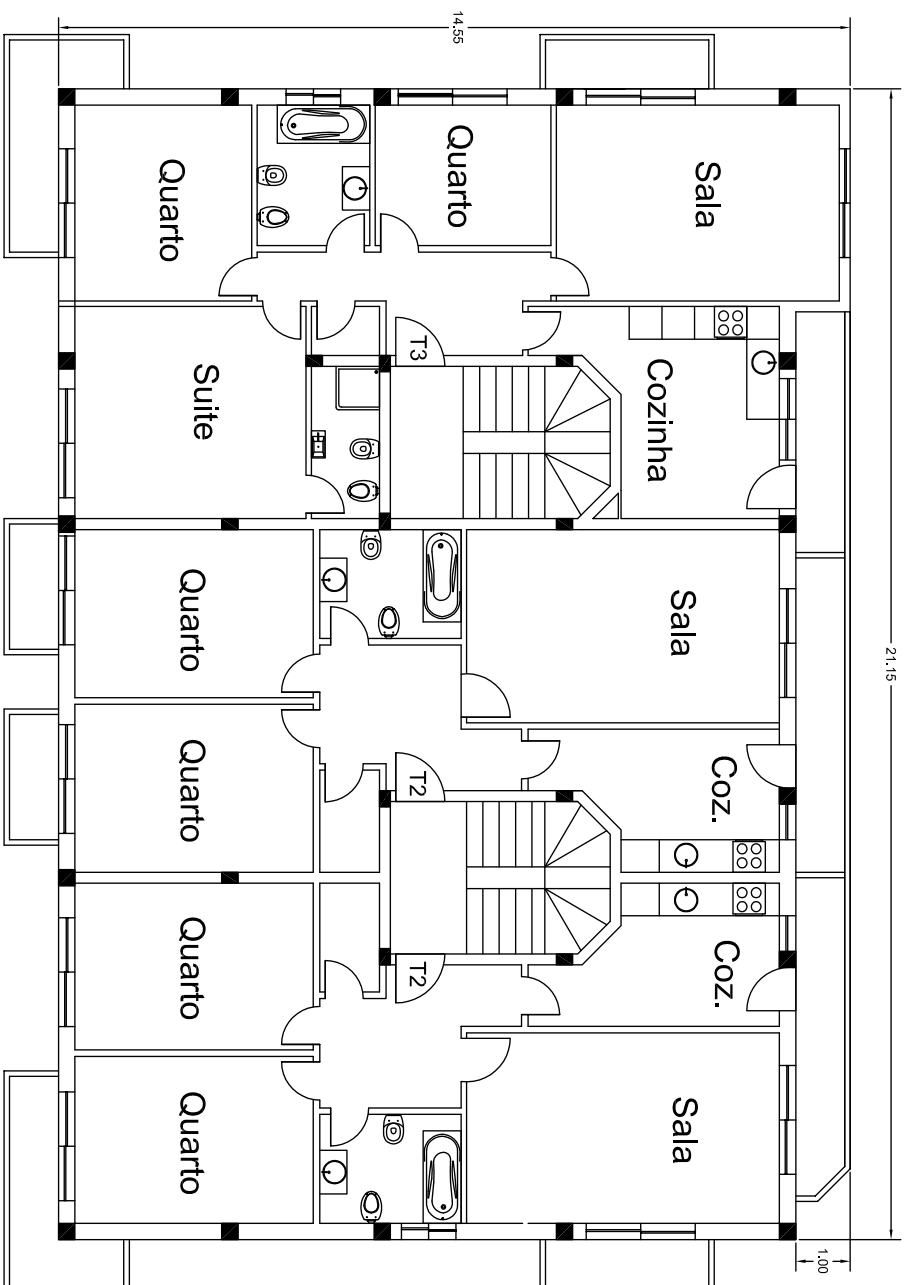
DESIGNAÇÃO:


Planta do 1º e 2º Piso

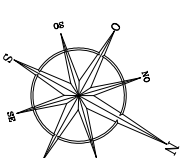
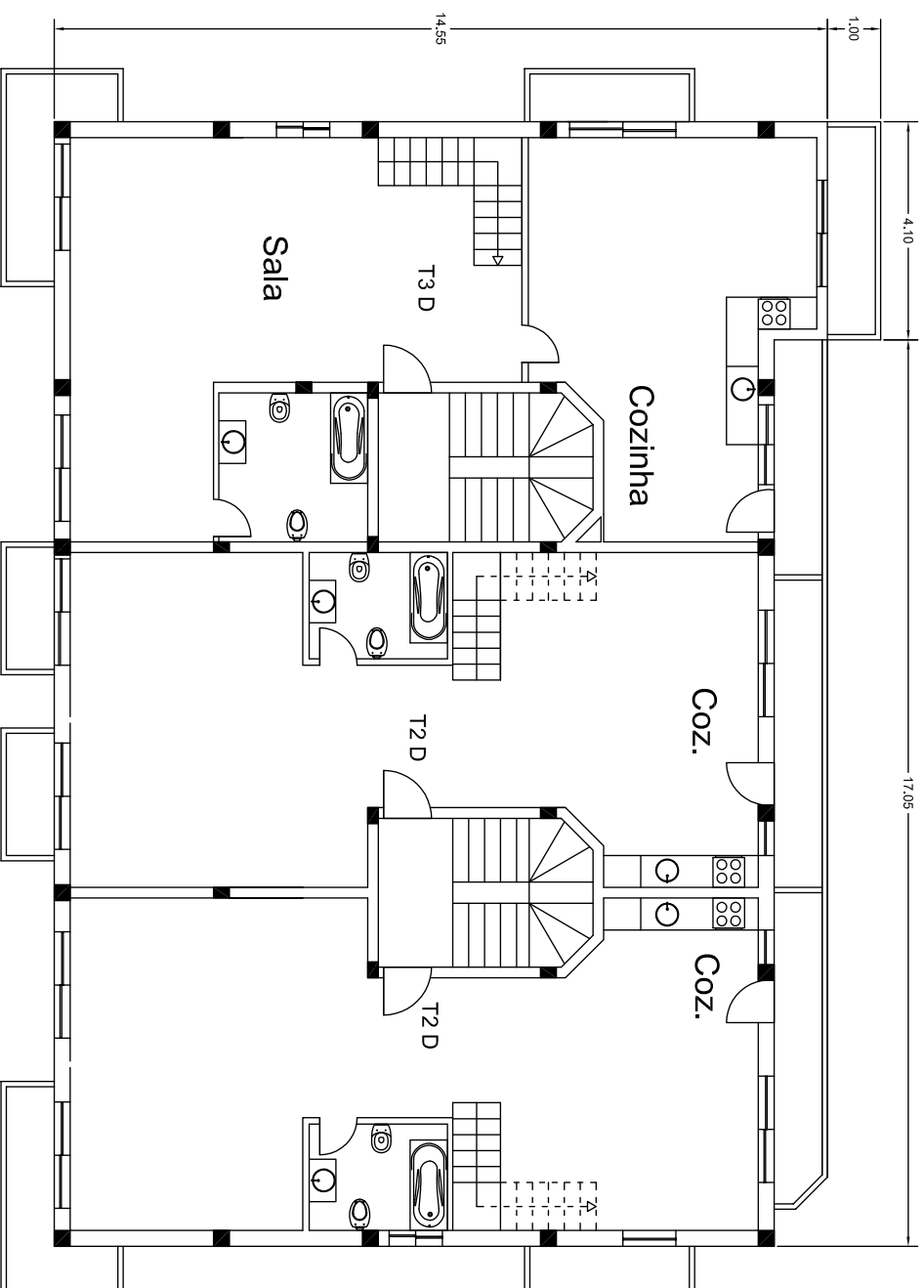
DESENHO Nº 13/ 16

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



<div><div>Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil 2011</div></div>		ESCALAS: ESC. 1/100
OBRA: Caso nº2 - Edifício Habitacional Maia		ESPECIALIDADE: Arquitectura
LOCAL: Gaveto das Ruas de Ceuta e de Serafim Alves da Cruz - Freguesia Águas Santas (Maia)		
DESIGNAÇÃO: Planta do 1º e 2º Piso		DESENHO Nº 14/ 16
"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês" Jennifer Martins		



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: ESC. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Junho de 1982

OBRA:

Caso nº2 - Edifício Habitacional Maia

ESPECIALIDADE:

Arquitectura

LOCAL:

Gaveto das Ruas de Ceuta e de Serafim Alves
da Cruz - Freguesia Águas Santas (Maia)

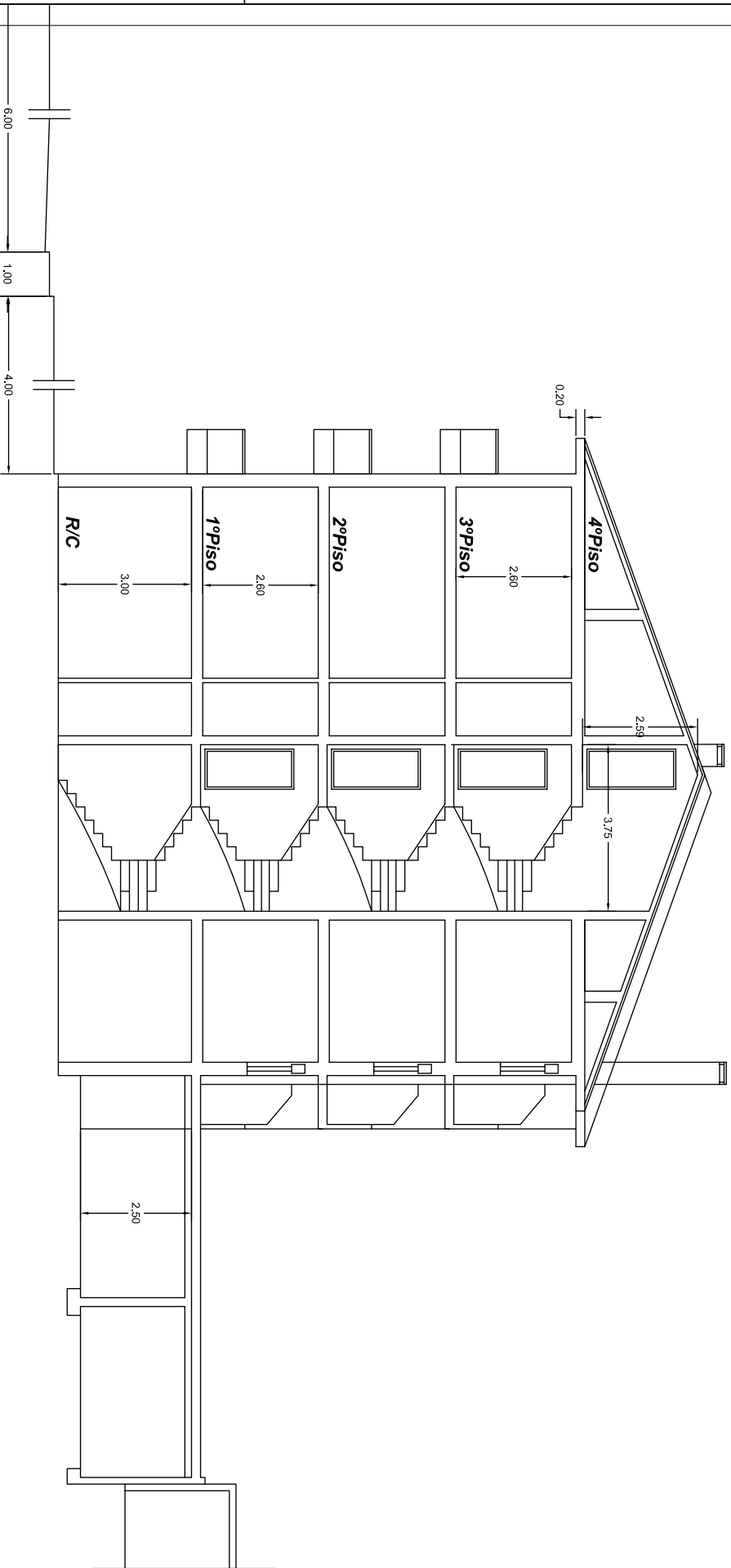
DESIGNAÇÃO:

Planta do 3ºPiso

DESENHO Nº 15/ 16

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: ESC. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Junho de 1982

ESPECIALIDADE:

Arquitectura

OBRA:

Caso nº2 - Edifício Habitacional Maia

LOCAL:

Gaveto das Ruas de Ceuta e de Serafim Alves
da Cruz - Freguesia Águas Santas (Maia)

DESIGNAÇÃO:

Corte

DESENHO Nº 16/ 16

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins

Preencha todos os espaços a cinza claro**Elementos**

Técnico

Membro da N° Data 2011

DADOS DE EDIFÍCIO EM AVALIAÇÃO**Dados Gerais**

Edifício Edifício Misto_Caso 2

Concelho Maia (Porto) Distritos Porto

Local Gaveto entre Rua de Ceuta e Serafim Alves Cruz

N° de Pisos 4 Data 11-04-2011

Identificação do Projecto

Tipo de Edifício Misto Área útil (m²) 1281,94

Utilização do Edifício Residencial_Permanente Pé direito médio ponderado 2,64

Tipologia do edifício Diversas Tipologias Altura do Edificado [m] 14,6

Ano de Construção 1982 Período de Vida do Edificado 29

DIMENSÕES EM PLANTA

x - Comprimento [m] 21,15 y - Largura [m] 13,55

Zonamento Sísmico

Zonamento sísmico *Ação Tipo I* 1.6 *Ação Tipo II* 2.5

Caracterização Construtiva Construção Mista

Tipo de Solo A

Ductilidade do Edifício DCM - Média Ductilidade

Valor de Coeficiente ψ_2 0,3

Identificação dos Materiais Aplicados

PISOS	BETÃO	f_{cd} [MPa]	f_{ctd} [MPa]	β_c	AÇO	f_{syd} [MPa]
1	C20/25	13,3	1,07	0,665	A 235	204
2	C20/25	13,3	1,07	0,665	A 235	204
3	C20/25	13,3	1,07	0,665	A 400	348
4	C20/25	13,3	1,07	0,665	A 400	348

2 - Cálculo da Rígidez

CALCULO AUXILIAR - ELEMENTOS ESTRUTURAIS

TABELA 2 - DIMENSÕES DOS PILARES, PAREDES, SEGUNDO Xx's

PISOS	DESIGN.	DIMENSÕES		ÁREA	I	E.I	d	L.d	ΣI	ΣL.d	Cr _x	Cm _x	x
		b [m]	h [m]										
1	P1	0,30	0,30	0,09000	0,00068	5	0,15	0,00010	0,02524	0,3	10,77892	10,57500	-0,20392
	P2	0,30	0,30	0,09000	0,00068	5	0,00340						
	P3	0,30	0,30	0,09000	0,00068	8	0,00544						
	P4	0,30	0,30	0,09000	0,00068	13	0,00884						
	P5	0,30	0,30	0,09000	0,00068	16	0,01088						
	P6	0,30	0,30	0,09000	0,00068	21	0,01428						
	P7	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010						
	P8	0,20	0,40	0,08000	0,00107	5	0,00535						
	P9	0,20	0,40	0,08000	0,00107	8	0,00856						
	P10	0,20	0,40	0,08000	0,00107	13	0,01391						
	P11	0,20	0,40	0,08000	0,00107	16	0,01712						
	P12	0,30	0,30	0,09000	0,00068	21	0,01428						
	P13	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010						
	P14	0,20	0,30	0,06000	0,00045	5	0,00225						
	P15	0,20	0,40	0,08000	0,00107	8	0,00856						
	P16	0,20	0,40	0,08000	0,00107	13	0,01391						
	P17	0,20	0,40	0,08000	0,00107	16	0,01712						
	P18	0,30	0,30	0,09000	0,00068	21	0,01428						
	P19	0,20	0,40	0,08000	0,00107	5	0,00535						
	P20	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010						
	P21	0,20	0,40	0,08000	0,00107	8	0,00856						
	P22	0,20	0,60	0,12000	0,00360	14,5	0,05220						
	P23	0,30	0,30	0,09000	0,00068	21	0,01428						
	P24	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010						
	P25	0,30	0,30	0,09000	0,00068	5	0,00340						
	P26	0,30	0,30	0,09000	0,00068	8	0,00544						
	P27	0,30	0,30	0,09000	0,00068	14,5	0,00986						
	P28	0,30	0,30	0,09000	0,00068	21	0,01428						
2	P1	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010	0,01713	0,2	10,41068	10,57500	0,16432	
	P2	0,30	0,30	0,09000	0,00068	5	0,00340						
	P3	0,30	0,30	0,09000	0,00068	8	0,00544						
	P4	0,30	0,30	0,09000	0,00068	13	0,00884						
	P5	0,30	0,30	0,09000	0,00068	16	0,01088						
	P6	0,30	0,30	0,09000	0,00068	21	0,01428						
	P7	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010						
	P8	0,20	0,30	0,06000	0,00045	5	0,00225						
	P9	0,20	0,30	0,06000	0,00045	8	0,00360						
	P10	0,20	0,30	0,06000	0,00045	13	0,00585						
	P11	0,20	0,30	0,06000	0,00045	16	0,00720						
	P12	0,30	0,30	0,09000	0,00068	21	0,01428						
	P13	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010						
	P14	0,20	0,30	0,06000	0,00045	5	0,00225						
	P15	0,20	0,30	0,06000	0,00045	8	0,00360						
	P16	0,20	0,30	0,06000	0,00045	13	0,00585						
	P17	0,20	0,30	0,06000	0,00045	16	0,00720						
	P18	0,30	0,30	0,09000	0,00068	21	0,01428						
	P19	0,20	0,30	0,06000	0,00045	5	0,00225						
	P20	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010						
	P21	0,20	0,30	0,06000	0,00045	8	0,00360						
	P22	0,20	0,40	0,08000	0,00107	14,5	0,01552						
	P23	0,30	0,30	0,09000	0,00068	21	0,01428						
	P24	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010						
	P25	0,30	0,30	0,09000	0,00068	5	0,00340						
	P26	0,30	0,30	0,09000	0,00068	8	0,00544						
	P27	0,30	0,30	0,09000	0,00068	14,5	0,00986						
	P28	0,30	0,30	0,09000	0,00068	21	0,01428						
3	P1	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010	0,01131	0,1	10,10314	10,57500	0,47186	
	P2	0,30	0,30	0,09000	0,00068	5	0,00340						
	P3	0,30	0,30	0,09000	0,00068	8	0,00544						
	P4	0,20	0,30	0,06000	0,00045	13	0,00585						
	P5	0,20	0,30	0,06000	0,00045	16	0,00720						
	P6	0,30	0,30	0,09000	0,00068	21	0,01428						
	P7	0,20	0,30	0,06000	0,00045	0,15	0,00007						
	P8	0,20	0,20	0,04000	0,00013	5	0,00065						
	P9	0,20	0,20	0,04000	0,00013	8	0,00104						
	P10	0,20	0,20	0,04000	0,00013	13	0,00169						
	P11	0,20	0,20	0,04000	0,00013	16	0,00208						
	P12	0,20	0,30	0,06000	0,00045	21	0,00945						
	P13	0,20	0,30	0,06000	0,00045	0,15	0,00007						
	P14	0,20	0,20	0,04000	0,00013	5	0,00065						
	P15	0,20	0,20	0,04000	0,00013	8	0,00104						
	P16	0,20	0,20	0,04000	0,00013	13	0,00169						
	P17	0,20	0,20	0,04000	0,00013	16	0,00208						
	P18	0,20	0,30	0,06000	0,00045	21	0,00945						
	P19	0,20	0,20	0,04000	0,00013	5	0,00065						
	P20	0,20	0,30	0,06000	0,00045	0,15	0,00007						
	P21	0,30	0,30	0,09000	0,00068	8	0,00544						
	P22	0,20	0,30	0,06000	0,00045	14,5	0,00653						
	P23	0,20	0,30	0,06000	0,00045	21	0,00945						
	P24	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010						
	P25	0,30	0,30	0,09000	0,00068	5	0,00340						
	P26	0,30	0,30	0,09000	0,00068	8	0,00544						
	P27	0,20	0,30	0,06000	0,00045	14,5	0,00653						
	P28	0,30	0,30	0,09000	0,00068	21	0,01428						
4	P1	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010	0,01092	0,1	9,98777	10,57500	0,58723	
	P2	0,30	0,30	0,09000	0,00068	5	0,00340						
	P3	0,30	0,30	0,09000	0,00068	8	0,00544						
	P4	0,20	0,30	0,06000	0,00045	13	0,00585						
	P5	0,20	0,30	0,06000	0,00045	16	0,00720						
	P6	0,30	0,30	0,09000	0,00068	21	0,01428						
	P7	0,20	0,30	0,06000	0,00045	0,15	0,00007						
	P8	0,20	0,20	0,04000	0,00013	5	0,00065						
	P9	0,20	0,20	0,04000	0,00013	8	0,00104						
	P10	0,20	0,20	0,04000	0,00013	13	0,00169						
	P11	0,20	0,20	0,04000	0,00013	16	0,00208						
	P12	0,20	0,30	0,06000	0,00045	21	0,00945						
	P13	0,20	0,30	0,06000	0,00045	0,15	0,00007						
	P14	0,20	0,20	0,04000	0,00013	5	0,00065						
	P15	0,20	0,20	0,04000	0,00013	8	0,00104						
	P16	0,20	0,20	0,04000	0,00013	13	0,00169						
	P17	0,20	0,20	0,04000	0,00013	16	0,00208						
	P18	0,20	0,30	0,06000	0,00045	21	0,00945						
	P19	0,20	0,20	0,04000	0,00013	5	0,00065						
	P20	0,20	0,30	0,06000	0,00045	0,15	0,00007						
	P21	0,20	0,20	0,04000	0,00013	8	0,00104						
	P22	0,20	0,30	0,06000	0,00045	14,5	0,00189						
	P23	0,20	0,30	0,06000	0,00045	21	0,00945						
	P24	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010						
	P25	0,30	0,30	0,09000	0,00068	5	0,00340						
	P26	0,30	0,30	0,09000	0,00068	8	0,00544						
	P27	0,20	0,30	0,06000	0,00045	14,5	0,00653						
	P28	0,30	0,30	0,09000	0,00068	21	0,01428						
Σ				8,080									

CÁLCULO AUXILIAR - ELEMENTOS ESTRUTURAIS

4 - Classificação e Cálculo de Índices de Resistência de Pilares e Colunas Curtas

TABELA 6 - ÍNDICES DE RESISTÊNCIA DE PILARES E COLUNAS CURTAS, NO EIXO DOS Yy's

PIOS	DESIGN.	VARIABLES			CLASSIFICAȚIA DE STRUCTURAL	ĂREA (m^2)	C_e	C_i	F	ΣC_e	ΣC_i
		h_c [m]	D [m]	h_d							
1	P1	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipu C2	0,09		0,004548	1,0		
	P2	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipu C2	0,09		0,004548	1,0		
	P3	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipu C2	0,09		0,004548	1,0		
	P4	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipu C2	0,09		0,004548	1,0		
	P5	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipu C2	0,09		0,004548	1,0		
	P6	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipu C2	0,09		0,004548	1,0		
	P7	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipu C2	0,09		0,004548	1,0		
	P8	3,00	0,30	12,00	Pilar - Tipu C2	0,08		0,004043	1,0		
	P9	3,00	0,30	15,00	Pilar - Tipu C2	0,08		0,004043	1,0		
	P10	3,00	0,30	15,00	Pilar - Tipu C2	0,08		0,004043	1,0		
	P11	3,00	0,30	15,00	Pilar - Tipu C2	0,08		0,004043	1,0		
	P12	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipu C2	0,09		0,004548	1,0		
	P13	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipu C2	0,09		0,004548	1,0		
	P14	3,00	0,30	15,00	Pilar - Tipu C2	0,08		0,004043	1,0		
	P15	3,00	0,30	15,00	Pilar - Tipu C2	0,08		0,004043	1,0		
	P16	3,00	0,30	15,00	Pilar - Tipu C2	0,08		0,004043	1,0		
	P17	3,00	0,30	15,00	Pilar - Tipu C2	0,08		0,004043	1,0		
	P18	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipu C2	0,09		0,004548	1,0		
	P19	3,00	0,30	15,00	Pilar - Tipu C2	0,08		0,004043	1,0		
	P20	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipu C2	0,09		0,004548	1,0		
	P21	3,00	0,30	15,00	Pilar - Tipu C2	0,08		0,004043	1,0		
	P22	3,00	0,30	15,00	Pilar - Tipu C2	0,08		0,004043	1,0		
	P23	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipu C2	0,09		0,004548	1,0		
	P24	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipu C2	0,09		0,004548	1,0		
	P25	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipu C2	0,09		0,004548	1,0		
	P26	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipu C2	0,09		0,004548	1,0		
	P27	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipu C2	0,09		0,004548	1,0		
	P28	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipu C2	0,09		0,004548	1,0		
2	P1	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,005884	1,0		
	P2	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,005884	1,0		
	P3	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,005884	1,0		
	P4	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,005884	1,0		
	P5	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,005884	1,0		
	P6	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,005884	1,0		
	P7	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,005884	1,0		
	P8	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,06		0,003900	1,0		
	P9	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,06		0,003900	1,0		
	P10	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,06		0,003900	1,0		
	P11	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,06		0,003900	1,0		
	P12	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,005884	1,0		
	P13	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,005884	1,0		
	P14	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,06		0,003900	1,0		
	P15	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,06		0,003900	1,0		
	P16	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,06		0,003900	1,0		
	P17	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,06		0,003900	1,0		
	P18	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,005884	1,0		
	P19	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,005884	1,0		
	P20	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,005884	1,0		
	P21	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,06		0,003900	1,0		
	P22	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,06		0,003900	1,0		
	P23	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,005884	1,0		
	P24	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,005884	1,0		
	P25	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,005884	1,0		
	P26	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,005884	1,0		
	P27	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,005884	1,0		
	P28	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,005884	1,0		
3	P1	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,006863	1,0		
	P2	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,006863	1,0		
	P3	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,006863	1,0		
	P4	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,06		0,006757	1,0		
	P5	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,06		0,006757	1,0		
	P6	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,006863	1,0		
	P7	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,06		0,006757	1,0		
	P8	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,06		0,006757	1,0		
	P9	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,04		0,003884	1,0		
	P10	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,04		0,003884	1,0		
	P11	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,04		0,003884	1,0		
	P12	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,06		0,006757	1,0		
	P13	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,04		0,003884	1,0		
	P14	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,04		0,003884	1,0		
	P15	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,04		0,003884	1,0		
	P16	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,04		0,003884	1,0		
	P17	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,04		0,003884	1,0		
	P18	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,06		0,006757	1,0		
	P19	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,04		0,003884	1,0		
	P20	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,06		0,006757	1,0		
	P21	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,006863	1,0		
	P22	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,006863	1,0		
	P23	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,006863	1,0		
	P24	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,006863	1,0		
	P25	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,006863	1,0		
	P26	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,006863	1,0		
	P27	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,06		0,006757	1,0		
	P28	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,006863	1,0		
4	P1	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,016488	1,0		
	P2	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,016488	1,0		
	P3	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,016488	1,0		
	P4	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,06		0,010999	1,0		
	P5	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,06		0,010999	1,0		
	P6	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,016488	1,0		
	P7	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,06		0,010999	1,0		
	P8	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,04		0,007733	1,0		
	P9	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,04		0,007733	1,0		
	P10	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,04		0,007733	1,0		
	P11	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,06		0,010999	1,0		
	P12	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,06		0,010999	1,0		
	P13	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,04		0,007733	1,0		
	P14	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,04		0,007733	1,0		
	P15	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,04		0,007733	1,0		
	P16	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,04		0,007733	1,0		
	P17	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,04		0,007733	1,0		
	P18	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,06		0,010999	1,0		
	P19	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,06		0,010999	1,0		
	P20	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,06		0,010999	1,0		
	P21	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,04		0,007733	1,0		
	P22	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,04		0,007733	1,0		
	P23	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,06		0,010999	1,0		
	P24	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,016488	1,0		
	P25	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,016488	1,0		
	P26	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,016488	1,0		
	P27	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipu C2	0,09		0,016488	1,0		
	P28	2,60	0,30	13,00	Pilar - Tipu C2	0,06		0,010999	1,0		

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Sub-Índice E_0

Factores de Redução de Capacidade Sísmica

PISO	φ	C_{sc}	C_c	C_{mar}	F	E_0
1	1,0000	0,0000	0,1254	0,0000	1,0000	0,0878
2	0,8333	0,0000	0,1435	0,0000	1,0000	0,0837
3	0,7143	0,0000	0,1668	0,0000	1,0000	0,0834
4	0,6250	0,0000	0,3113	0,0000	1,0000	0,1362
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000

Tipo de Rotura	B
α_1	0
α_2	1
α_3	0,7

2 - Cálculo do Sub-Índice S_D

Items (q_i)		Variáveis	G_i	R_{Ii}	$q \dots$
a). Regularidade	a	a1	1	1,00	1
b). Relação Comprimento - largura	B	1,56	1	0,50	1
c). Saliência / expansão	c	0,00	0,8	0,50	0,9
d). Contração em Planta	d	0,00	1	0,50	1
e). Átrio ou pátio Interior	R_{ap}	0,00	0,8	0,50	0,9
f). Excentricidade do átrio ou pátio Interior	f_1	0,00	0,9	0,30	0,97
	f_2	0,00	0,9		1
h). Pisos Enterrados	R_{as}	0,00	1	1,00	1,2
i). Uniformidade da altura do Andar	R_h	1,00	1	0,50	1
j). Presença de Pilotis		Não Tem	1	0,50	1

3 - Cálculo do Sub-Índice T

Item a Verificar	Intensidade	Assinala com uma X, as condições que se verificam	Valor do Índice T
Deformação Permanente	Inclinação do edifício devido a assentamento diferencial		1
	Edifício Construído sobre zona de aterro artificial		
	Deformação visível de vigas ou pilares		
	Não apresenta indícios de deformação	X	
Fendas nas Paredes ou Pilares	Infiltração com visível corrosão das armaduras		1
	Fendas inclinadas observadas nos pilares		
	Forte fendilhação nas paredes exteriores		
	Infiltração sem aparente corrosão das armaduras		
	Nenhum dos casos anteriores	X	
Incêndios	Sofreu e não foi reparado		1
	Sofreu mas foi reparado		
	Não sofreu	X	
Ocupação	Armazena produtos químicos		1
	Não armazena produtos perigosos	X	
Período de Vida	Igual ou superior a 30 anos		0,9
	Igual ou superior a 20 anos	X	
	Inferior a 19 Anos		
Acabamentos	Danos significativos nas camadas externas do revestimento		0,9
	Danos significativos nas camadas internas do revestimento		
	Sem problemas	X	

4 - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico

PISO	E_0	S_D	T	I_s
1	0,0878	0,9428	0,9000	0,0745
2	0,0837			0,0710
3	0,0834			0,0708
4	0,1362			0,1156
0	0,0000			0,0000
0	0,0000			0,0000
0	0,0000			0,0000
0	0,0000			0,0000

1º NÍVEL - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais , em X's

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais

PISO	f	t	B	H	I_N
1	0,5	1	1	1	0
2	0,5	1	1	1	0
3	0,5	1	1	1	0
4	0,5	1	1	1	0

2 - Cálculo do Sub-Índice de Flexibilidade, f

Assinalar a opção com X

PISO	ESTRUTURA				Flexibilidade da Estrutura (G_s)		f	
					Rígida	Fléxivel		
					I	II		
1	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I		X	0,5	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0		
2	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I		X	0,5	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0		
3	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I		X	0,5	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0		
4	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I		X	0,5	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0		
	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I			0	0	0
		Fléxivel	II			0		
	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I			0	0	0
		Fléxivel	II			0		
	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I			0	0	0
		Fléxivel	II			0		
	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I			0	0	0
		Fléxivel	II			0		

3 - Cálculo do Sub-Índice do Estado Actual, *t*

PISO	ESTADO DA ESTRUTURA		<i>t</i>
	Ocorrência de Danos		
	Existe ou é Desconhecido	Não Existe	
1	X		1
2	X		1
3	X		1
4	X		1
			0
			0
			0
			0
			0

4 - Cálculo do Sub-Índice do Grau de Influência, *H*

Assinalar a opção com X

PISO	ESTRUTURA		Situação		<i>H</i>	
			Existe	Não existe		
1	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)	X		1	1
		Outros			0	
2	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)	X		1	1
		Outros			0	
3	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)	X		1	1
		Outros			0	
4	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)	X		1	1
		Outros			0	
	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)			0	0
		Outros			0	
	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)			0	0
		Outros			0	
	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)			0	0
		Outros			0	
	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)			0	0
		Outros			0	
	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)			0	0
		Outros			0	

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Sub-Índice E_0

Factores de Redução de Capacidade Sísmica

PISO	φ	C_{sc}	C_c	C_{mar}	F	E_0
1	1,0000	0,0000	0,1228	0,0000	1,0000	0,0860
2	0,8333	0,0000	0,1435	0,0000	1,0000	0,0837
3	0,7143	0,0000	0,1668	0,0000	1,0000	0,0834
4	0,6250	0,0000	0,3113	0,0000	1,0000	0,1362
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000
0						

Tipo de Rotura	B
α_1	0
α_2	1
α_3	0,7

2 - Cálculo do Sub-Índice S_D

Items (q_i)		Variáveis	G_i	R_{Ii}	$q \dots$
a). Regularidade	a	a1	1	1,00	1
b). Relação Comprimento - largura	B	1,56	1	0,50	1
c). Saliência / expansão	c	0,00	0,8	0,50	0,9
d). Contração em Planta	d	0,00	1	0,50	1
e). Átrio ou pátio Interior	R_{ap}	0,00	0,8	0,50	0,9
f). Excentricidade do átrio ou pátio Interior	f_1	0,00	0,9	0,30	0,97
	f_2	0,00	0,9		1
h). Pisos Enterrados	R_{as}	0,00	1	1,00	1,2
i). Uniformidade da altura do Andar	R_h	1,00	1	0,50	1
j). Presença de Pilotis		Não Tem	1	0,50	1

3 - Cálculo do Sub-Índice T

Item a Verificar	Intensidade	Assinala com uma X, as condições que se verificam	Valor do Índice T
Deformação Permanente	Inclinação do edifício devido a assentamento diferencial		1
	Edifício Construído sobre zona de aterro artificial		
	Deformação visível de vigas ou pilares		
	Não apresenta indícios de deformação	X	
Fendas nas Paredes ou Pilares	Infiltração com visível corrosão das armaduras		1
	Fendas inclinadas observadas nos pilares		
	Forte fendilhação nas paredes exteriores		
	Infiltração sem aparente corrosão das armaduras		
	Nenhum dos casos anteriores	X	
Incêndios	Sofreu e não foi reparado		1
	Sofreu mas foi reparado		
	Não sofreu	X	
Ocupação	Armazena produtos químicos		1
	Não armazena produtos perigosos	X	
Período de Vida	Igual ou superior a 30 anos		0,9
	Igual ou superior a 20 anos	X	
	Inferior a 19 Anos		
Acabamentos	Danos significativos nas camadas externas do revestimento		0,9
	Danos significativos nas camadas internas do revestimento		
		X	
	Sem problemas		

4 - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico

PISO	E_0	S_D	T	I_s
1,0000	0,0860	0,9428	0,9000	0,0729
2,0000	0,0837			0,0710
3,0000	0,0834			0,0708
4,0000	0,1362			0,1156
0,0000	0,0000			0,0000
0,0000	0,0000			0,0000
0,0000	0,0000			0,0000
0,0000	0,0000			0,0000
0,0000	0,0000			0,0000

1º NÍVEL - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais , em Y's

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais

PISO	f	t	B	H	I_N
1	0,5	1	1	1	0
2	0,5	1	1	1	0
3	0,5	1	1	1	0
4	0,5	1	1	1	0

2 - Cálculo do Sub-Índice de Flexibilidade, f

Assinalar a opção com X

PISO	ESTRUTURA			Flexibilidade da Estrutura (G_s)		f	
				Rígida	Fléxivel		
				I	II		
1	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I		X	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0	
2	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I		X	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0	
3	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I		X	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0	
4	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I		X	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0	
	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I			0	0
		Fléxivel	II			0	
	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I			0	0
		Fléxivel	II			0	
	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I			0	0
		Fléxivel	II			0	
	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I			0	0
		Fléxivel	II			0	

3 - Cálculo do Sub-Índice do Estado Actual, *t*

PISO	ESTADO DA ESTRUTURA		t
	Ocorrência de Danos		
	Existe ou é Desconhecido	Não Existe	
1	X		1
2	X		1
3	X		1
4	X		1
			0
			0
			0
			0
			0

4 - Cálculo do Sub-Índice do Grau de Influência, *H*

Assinalar a opção com X

PISO	ESTRUTURA		Situação		<i>H</i>	
			Existe	Não existe		
1	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)	X		1	1
		Outros			0	
2	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)	X		1	1
		Outros			0	
3	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)	X		1	1
		Outros			0	
4	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)	X		1	1
		Outros			0	
	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)			0	0
		Outros			0	
	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)			0	0
		Outros			0	
	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)			0	0
		Outros			0	
	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)			0	0
		Outros			0	
	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)			0	0
		Outros			0	

2ª NIVEL - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico, em X's

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Sub-Índice E_0

PISO	φ	C_{sc}	C_c	C_{mar}	F	E_1	E_2	E_3	1º Modo de Rotura	2º Modo de Rotura	E_0
									E_{01}	E_{02}	
1	1,0000	0,0000	0,1254	0,0000	1,0000	0,0000	0,1254	0,0000	0,0878	0,1254	0,1254
2	0,8333	0,0000	0,1435	0,0000	1,0000	0,0000	0,1435	0,0000	0,0837	0,1196	0,1196
3	0,7143	0,0000	0,1668	0,0000	1,0000	0,0000	0,1668	0,0000	0,0834	0,1192	0,1192
4	0,6250	0,0000	0,3113	0,0000	1,0000	0,0000	0,3113	0,0000	0,1362	0,1946	0,1946
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Tipo de Rotura 1

B

α_1

0

α_2

1

α_3

0,7

Tipo de Rotura 2

C

α_1

0

α_2

0

α_3

1

2 - Cálculo do Sub-Índice S_D

Piso	Itens (q_i)		Variáveis	G_i	$R2_i$	$q_{...}$
1	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l	-0,00812	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,58	0,9	1,00	0,9
2	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l	0,00654	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,49	0,9	1,00	0,9
3	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l	0,01879	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,00	0,9	1,00	0,9
4	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l	0,02338	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	1,08	0,9	1,00	0,9
0	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l	0,00000	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,00	0,8	1,00	0,8
0	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l		1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,00	0,8	1,00	0,8
0	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l		1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,00	0,8	1,00	0,8
0	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l		1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,00	0,9	1,00	0,9
	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l				
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m				

$S_D = a, b, c, d, e, f, h, i, j = 0,943$

3 - Cálculo do Sub-Índice T

Piso	Elementos Estruturais	Grau	FISSURAS E DEFORMAÇÕES ESTRUTURAIS			DETERIORAÇÃO E INACTIVIDADE ESTRUTURAL			Ti
			A	B	C	A	B	C	
1	Laje	N<1/9							1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares			0,0050			0,0050		
	Sub-Total		0	0,005	0	0	0,005	0	
	Total		$P_s =$	0,005		$P_t =$	0,005		
2	Laje	N<1/9							1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares			0,0050			0,0050		
	Sub-Total		0	0,005	0	0	0,005	0	
	Total		$P_s =$	0,005		$P_t =$	0,005		
3	Laje	N<1/9							1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares			0,0050			0,0050		
	Sub-Total		0	0,005	0	0	0,005	0	
	Total		$P_s =$	0,005		$P_t =$	0,005		
4	Laje	N<1/9							1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares			0,0050			0,0050		
	Sub-Total		0	0,005	0	0	0,005	0	
	Total		$P_s =$	0,005		$P_t =$	0,005		
0	Laje	N<1/9							1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares			0,0050			0,0050		
	Sub-Total		0	0,005	0	0	0,005	0	
	Total		$P_s =$	0,005		$P_t =$	0,005		
0	Laje	N<1/9							1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares								
	Sub-Total		0	0	0	0	0	0	
	Total		$P_s =$	0		$P_t =$	0		
0	Laje	N<1/9							1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares								
	Sub-Total		0	0	0	0	0	0	
	Total		$P_s =$	0		$P_t =$	0		
0	Laje	N<1/9							1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares								
	Sub-Total		0	0	0	0	0	0	
	Total		$P_s =$	0		$P_t =$	0		
0	Laje								1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares								
	Sub-Total		0	0	0	0	0	0	
	Total		$P_s =$	0		$P_t =$	0		

4 - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico

PISO	E_0	S_D	T	I_s
1	0,1254	0,8486	1,0000	0,1064
2	0,1196	0,8486	1,0000	0,1015
3	0,1192	0,8486	1,0000	0,1011
4	0,1946	0,8486	1,0000	0,1651
0	0,0000	0,8486	1,0000	0,0000
0	0,0000	0,8486	1,0000	0,0000
0	0,0000	0,8486	1,0000	0,0000
0	0,0000	0,8486	1,0000	0,0000

2º NIVEL - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais, em X's**CALCULO DOS SUB-ÍNDICES****1 - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais**

PISO	B _j	h _j	W _j	H _j	L _j	ΣL _j	ΣB _j *W _j *H _j *	I _N
1	0,200	3,000	0,929	0,500	6,125	42,300	0,56875	0,013
2	0,200	2,600	0,871	1,000	6,125	42,300	1,0675	0,025
3	0,200	2,600	0,871	1,000	6,125	42,300	1,0675	0,025
4	0,200	2,600	0,871	1,000	6,125	42,300	1,0675	0,025

2 - Cálculo do Sub-Índice de Flexibilidade

PISO	Historial de Danos Sofridos	Anos que passaram			t		f	B
		g _y						
		1	2	3				
1	g _H	1			0	0,2	0	0,2
		2	X		0,2			
		3			0			
2	g _H	1			0	0,2	0	0,2
		2	X		0,2			
		3			0			
3	g _H	1			0	0,2	0	0,2
		2	X		0,2			
		3			0			
4	g _H	1			0	0,2	0	0,2
		2	X		0,2			
		3			0			
	g _H	1			0	0		0
		2			0			
		3			0			
	g _H	1			0	0		0
		2			0			
		3			0			
	g _H	1			0	0		0
		2			0			
		3			0			
	g _H	1			0	0		0
		2			0			
		3			0			

3 - Cálculo do Sub-Índice Ambiental, e

PISO	Tipo de Ambiente	com uma X, as condições que se	Sub-índice e
1	Rua Pública,	X	1
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
2	Rua Pública,	X	1
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
3	Rua Pública,	X	1
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
4	Rua Pública,	X	1
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
	Rua Pública,		0
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
	Rua Pública,		0
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
	Rua Pública,		0
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
	Rua Pública,		0
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0

4 - Cálculo do Sub-Índice de Detenção de Quedas, c

PISO	Condição de Supressão	Assinala com uma X, as condições que se verificam	Sub-índice c	
1	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por		0	0,5
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas	X	0,5	
	Outros		0	
2	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
3	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
4	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por		0	0
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros		0	
	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por		0	0
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros		0	
	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por		0	0
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros		0	
	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por		0	0
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros		0	
	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por		0	0
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros		0	

2ª NIVEL - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico, em Y's

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Sub-Índice E_0

PISO	η	C_{sc}	C_c	C_{mar}	F	E_1	E_2	E_3	1º Modo de Rotura	2º Modo de Rotura	E_0
									E_{01}	E_{02}	
1	1,0000	0,0000	0,1228	0,0000	1,0000	0,0000	0,1228	0,0000	0,0860	0,1228	0,1228
2	0,8333	0,0000	0,1435	0,0000	1,0000	0,0000	0,1435	0,0000	0,0837	0,1196	0,1196
3	0,7143	0,0000	0,1668	0,0000	1,0000	0,0000	0,1668	0,0000	0,0834	0,1192	0,1192
4	0,6250	0,0000	0,3113	0,0000	1,0000	0,0000	0,3113	0,0000	0,1362	0,1946	0,1946
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Tipo de Rotura 1

α_1 α_2 α_3

Tipo de Rotura 2

α_1 α_2 α_3

2 - Cálculo do Sub-Índice S_D

Piso	Items (q_i)		Variáveis	G_i	$R2_i$	$q_{...}$
1	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l	-0,00255	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,81	0,9	1,00	0,9
2	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l	-0,00345	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,48	0,9	1,00	0,9
3	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l	-0,03468	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,00	0,9	1,00	0,9
4	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l	-0,04094	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	1,09	0,9	1,00	0,9
0	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l	0,00000	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,00	0,8	1,00	0,8
0	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l		1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,00	0,8	1,00	0,8
0	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l		1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,00	0,8	1,00	0,8
0	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l		1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,00	0,9	1,00	0,9
	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l				
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m				

S_D (a, b, c, d, e, f, h, i, j) = 0,943

3 - Cálculo do Sub-Índice T

Piso	Elementos Estruturais	Grau	FISSURAS E DEFORMAÇÕES ESTRUTURAIS			DETERIORAÇÃO E INACTIVIDADE ESTRUTURAL			Ti
			A	B	C	A	B	C	
1	Laje	N<1/9							1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares			0,0050			0,0050		
	Sub-Total		0	0,005	0	0	0,005	0	
	Total		$P_S =$	0,005		$P_t =$	0,005		
2	Laje	N<1/9							1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares			0,0050			0,0050		
	Sub-Total		0	0,005	0	0	0,005	0	
	Total		$P_S =$	0,005		$P_t =$	0,005		
3	Laje	N<1/9							1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares			0,0050			0,0050		
	Sub-Total		0	0,005	0	0	0,005	0	
	Total		$P_S =$	0,005		$P_t =$	0,005		
4	Laje	N<1/9							1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares			0,0050			0,0050		
	Sub-Total		0	0,005	0	0	0,005	0	
	Total		$P_S =$	0,005		$P_t =$	0,005		
0	Laje	N<1/9							1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares			0,0050			0,0050		
	Sub-Total		0	0,005	0	0	0,005	0	
	Total		$P_S =$	0,005		$P_t =$	0,005		
0	Laje								1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares								
	Sub-Total		0	0	0	0	0	0	
	Total		$P_S =$	0		$P_t =$	0		
0	Laje								1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares								
	Sub-Total		0	0	0	0	0	0	
	Total		$P_S =$	0		$P_t =$	0		
0	Laje								1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares								
	Sub-Total		0	0	0	0	0	0	
	Total		$P_S =$	0		$P_t =$	0		
0	Laje								1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares								
	Sub-Total		0	0	0	0	0	0	
	Total		$P_S =$	0		$P_t =$	0		
0	Laje								1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares								
	Sub-Total		0	0	0	0	0	0	
	Total		$P_S =$	0		$P_t =$	0		

4 - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico

PISO	E_0	S_D	T	I_s
1	0,1228	0,8486	1,0000	0,1042
2	0,1196	0,8486	1,0000	0,1015
3	0,1192	0,8486	1,0000	0,1011
4	0,1946	0,8486	1,0000	0,1651
0	0,0000	0,8486	1,0000	0,0000
0	0,0000	0,8486	1,0000	0,0000
0	0,0000	0,8486	1,0000	0,0000
0	0,0000	0,8486	1,0000	0,0000

2º NÍVEL - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais, em Y's**CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES****1 - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais**

PISO	B _j	h _j	W _j	H _j	L _j	ΣL _j	ΣB _j *W _j *H _j *	I _N
1	0,200	3,000	0,929	0,500	3,050	27,100	0,283214	0,010
2	0,200	2,600	0,871	1,000	3,050	27,100	0,531571	0,020
3	0,200	2,600	0,871	1,000	3,050	27,100	0,531571	0,020
4	0,200	2,600	0,871	1,000	3,050	27,100	0,531571	0,020

2 - Cálculo do Sub-Índice de Flexibilidade

PISO	Historial de Danos Sofridos		Anos que passaram			t		f	B
			g y						
			1	2	3				
1	gH	1				0	0,2	0	0,2
		2	X			0,2			
		3				0			
2	gH	1				0	0,2	0	0,2
		2	X			0,2			
		3				0			
3	gH	1				0	0,2	0	0,2
		2	X			0,2			
		3				0			
4	gH	1				0	0,2	0	0,2
		2	X			0,2			
		3				0			
	gH	1				0	0		0
		2				0			
		3				0			
	gH	1				0	0		0
		2				0			
		3				0			
	gH	1				0	0		0
		2				0			
		3				0			
	gH	1				0	0		0
		2				0			
		3				0			
	gH	1				0	0		0
		2				0			
		3				0			

3 - Cálculo do Sub-Índice Ambiental, e

PISO	Tipo de Ambiente	com uma X, as condições que se	Sub-índice e
1	Rua Pública,	X	1
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
2	Rua Pública,	X	1
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
3	Rua Pública,	X	1
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
4	Rua Pública,	X	1
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
	Rua Pública,		0
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
	Rua Pública,		0
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
	Rua Pública,		0
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
	Rua Pública,		0
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0

4 - Cálculo do Sub-Índice de Detenção de Quedas, c

PISO	Condição de Supressão	Assinala com uma X, as condições que se verificam	Sub-índice c	
1	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	0,5
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas	X	0,5	
	Outros		0	
2	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
3	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
4	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	0
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros		0	
	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	0
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros		0	
	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	0
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros		0	
	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	0
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros		0	
	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	0
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros		0	

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

Cálculo de índices para diferentes tipos de Sismo

a_{gR} 0,35 γ_1 1 S_1 1,35 $a_{gR} \cdot \gamma_1 \cdot S_2$ 0,4725

a_{gR} 0,8 γ_2 1 S_2 1,35 $a_{gR} \cdot \gamma_2 \cdot S_3$ 1,08

Classe de Importância

II

$a_{gR} \cdot \gamma \cdot S$ 1,08

Tipo de Estrutura Sistema em Pórtico

α_u / α_1 1,3

Sistema Estrutural

Pórtico, misto, Paredes acopladas

Ductilidade do Edifício

DCM - Média Ductilidade

- Verificação de Critérios de Regularidade em Altura

Condição

0

L

L2

Verificação

0

L1

L3

λ

0,85

q_{0DCM} 3,9

q_0 3,9

K_x 0,690

$K w_x$ 0,690

q_x 2,692

q_{0DCH} 5,85

K_y 1,077

$K w_y$ 1,000

q_y 3,900

I_{s0x} = 0,087

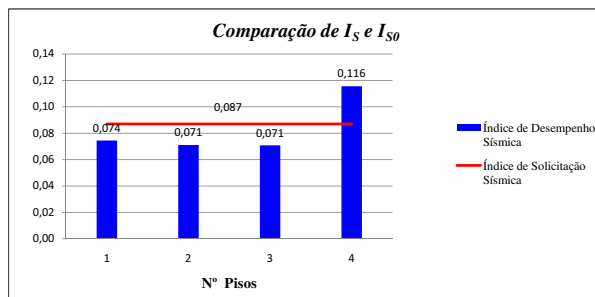
I_{s0y} = 0,060

Verificação da Vulnerabilidade Sísmica de Elementos Estruturais - Eixo X's

COMPARAÇÃO DE ELEMENTOS ESTRUTURAIS

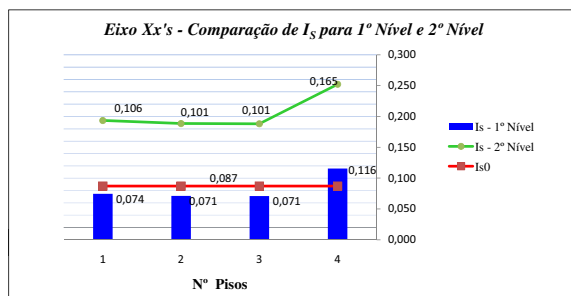
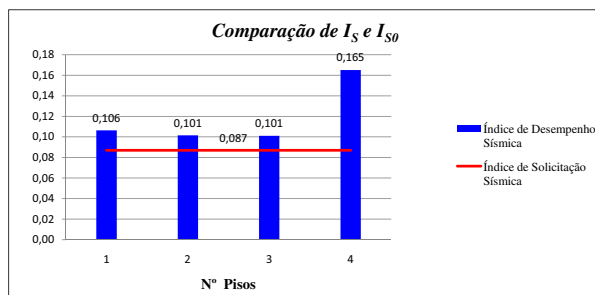
COMPARAÇÃO DE I_s e I_{s0} 1º NÍVEL DE AVALIAÇÃO

PISO	E_0	S_D	T	I_s	I_{s0}	VERIFICAÇÃO SEGURANÇA À ACÇÃO SÍSMICA
1	0,088	0,943	0,900	0,074	0,087	Não verifica a segurança à acção sísmica
2	0,084			0,071	0,087	Não verifica a segurança à acção sísmica
3	0,083			0,071	0,087	Não verifica a segurança à acção sísmica
4	0,136			0,116	0,087	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica



VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA DO EDIFICADO NO 2º NÍVEL DE AVALIAÇÃO

PISO	E_0	S_D	T	I_s	I_{s0}	VERIFICAÇÃO SEGURANÇA À ACÇÃO SÍSMICA
1	0,125	0,849	1,000	0,106	0,087	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
2	0,120	0,849	1,000	0,101	0,087	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
3	0,119	0,849	1,000	0,101	0,087	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
4	0,195	0,849	1,000	0,165	0,087	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica

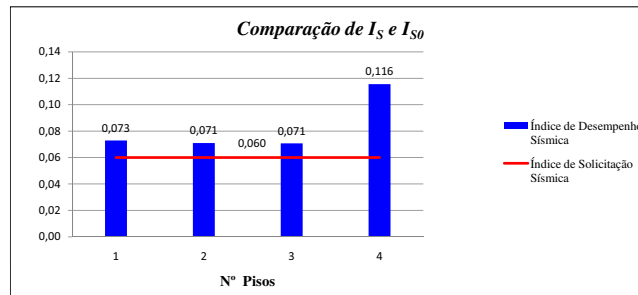


Verificação da Vulnerabilidade Sísmica de Elementos Estruturais - Eixo Y's

COMPARAÇÃO DE ELEMENTOS ESTRUTURAIS

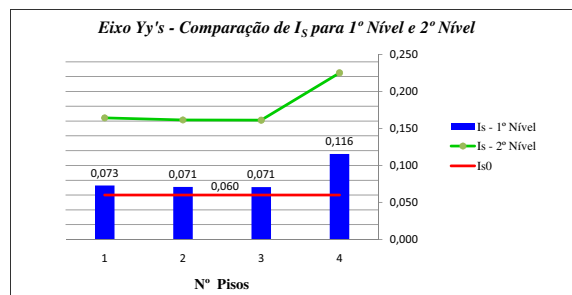
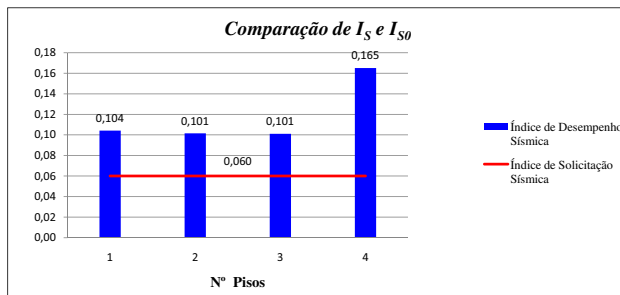
COMPARAÇÃO DE I_s e I_{s0} 1º NÍVEL DE AVALIAÇÃO

PISO	E_0	S_D	T	I_s	I_{s0}	VERIFICAÇÃO SEGURANÇA Á ACÇÃO SÍSMICA
1	0,086	0,943	0,900	0,073	0,060	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
2	0,084			0,071	0,060	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
3	0,083			0,071	0,060	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
4	0,136			0,116	0,060	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica

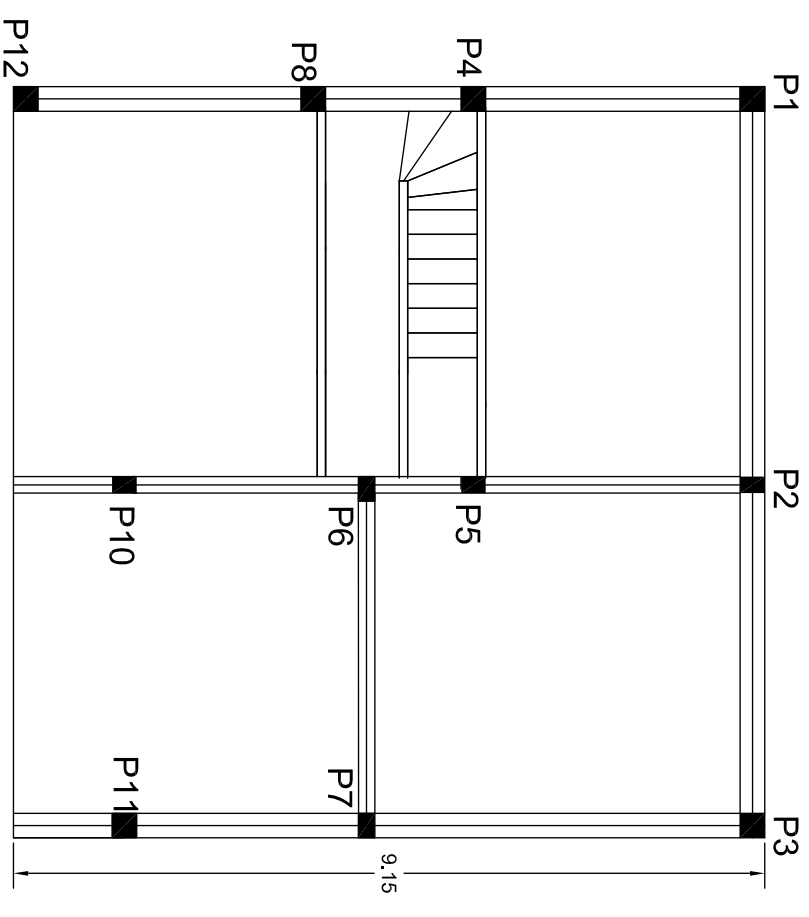
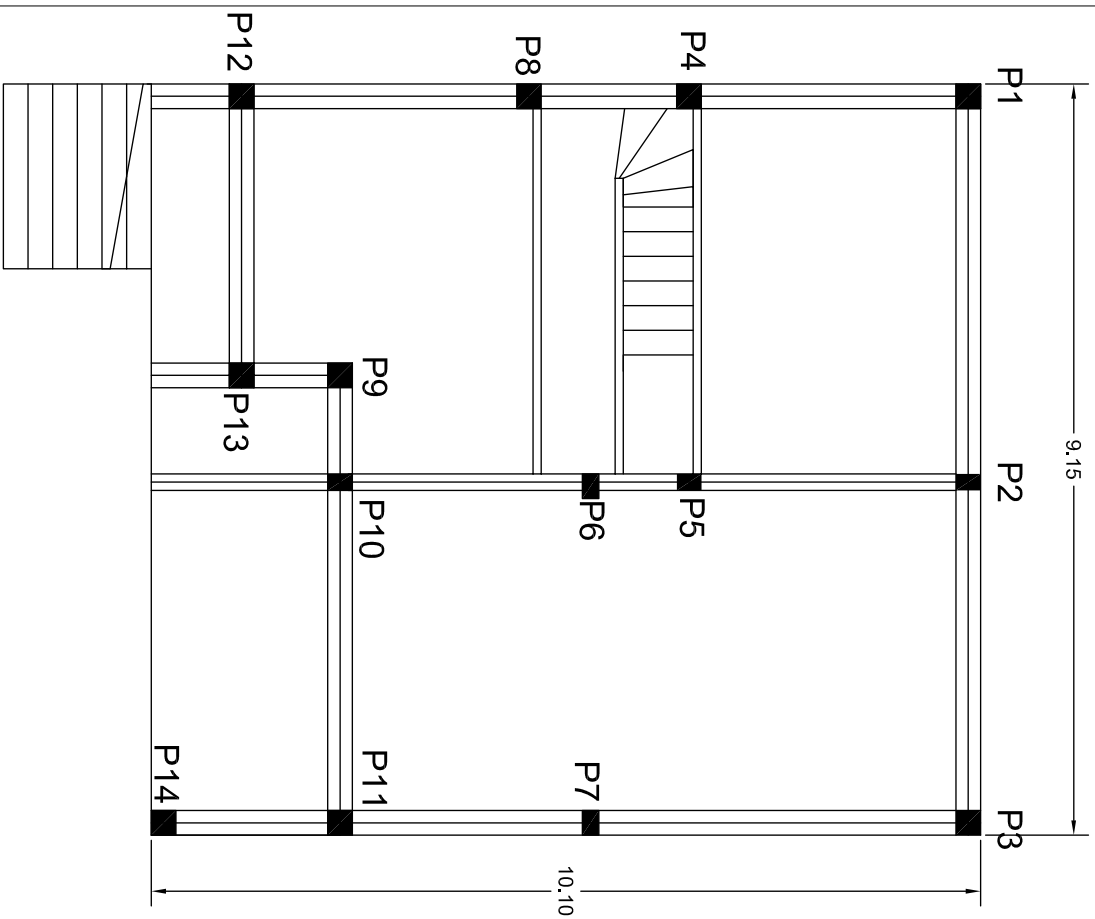


VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA DO EDIFICADO NO 2º NÍVEL DE AVALIAÇÃO

PISO	E_0	S_D	T	I_s	I_{s0}	VERIFICAÇÃO SEGURANÇA Á ACÇÃO SÍSMICA
1	0,123	0,849	1,000	0,104	0,060	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
2	0,120	0,849	1,000	0,101	0,060	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
3	0,119	0,849	1,000	0,101	0,060	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
4	0,195	0,849	1,000	0,165	0,060	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica



A.2.3 CASO DE ESTUDO Nº3



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: ESC. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:
Janeiro de 1977

ESPECIALIDADE: Estabilidade

Plantas estruturais

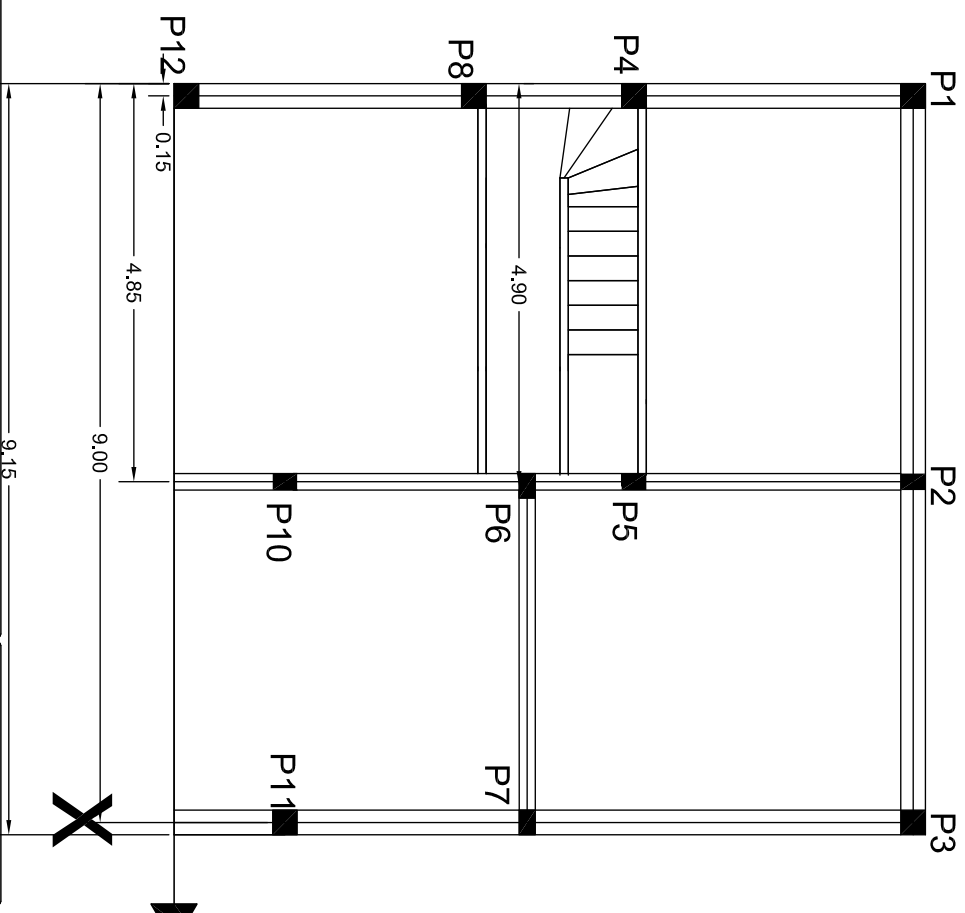
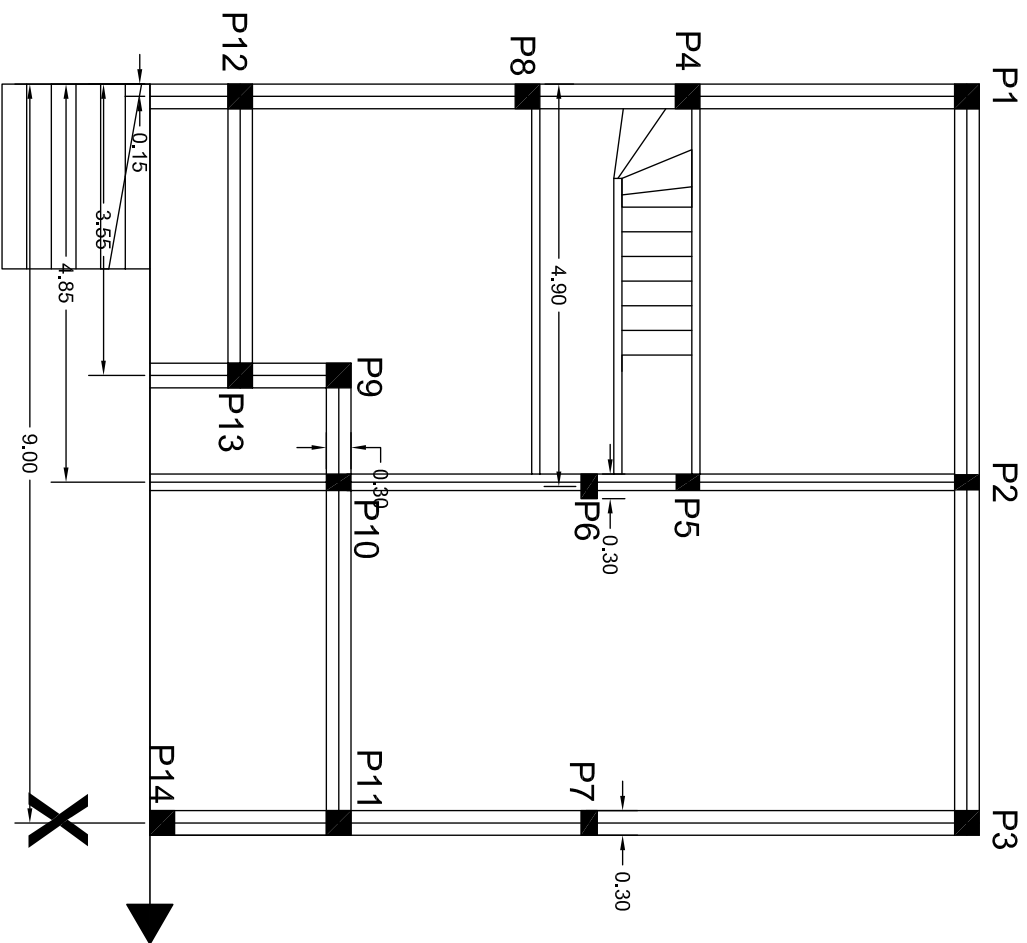
DESENHO Nº 1 / 8

OBRA: Caso nº3 - Moradia Residencial Avanca

LOCAL: Rua da Arada - Freguesia de Avanca
(Estorreja)

DESIGNAÇÃO: Planta do Rés-do-Chão e 1ºPiso

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"
Jennifer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: ESC. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:
Janeiro de 1977

ESPECIALIDADE: Estabilidade

Plantas estruturais

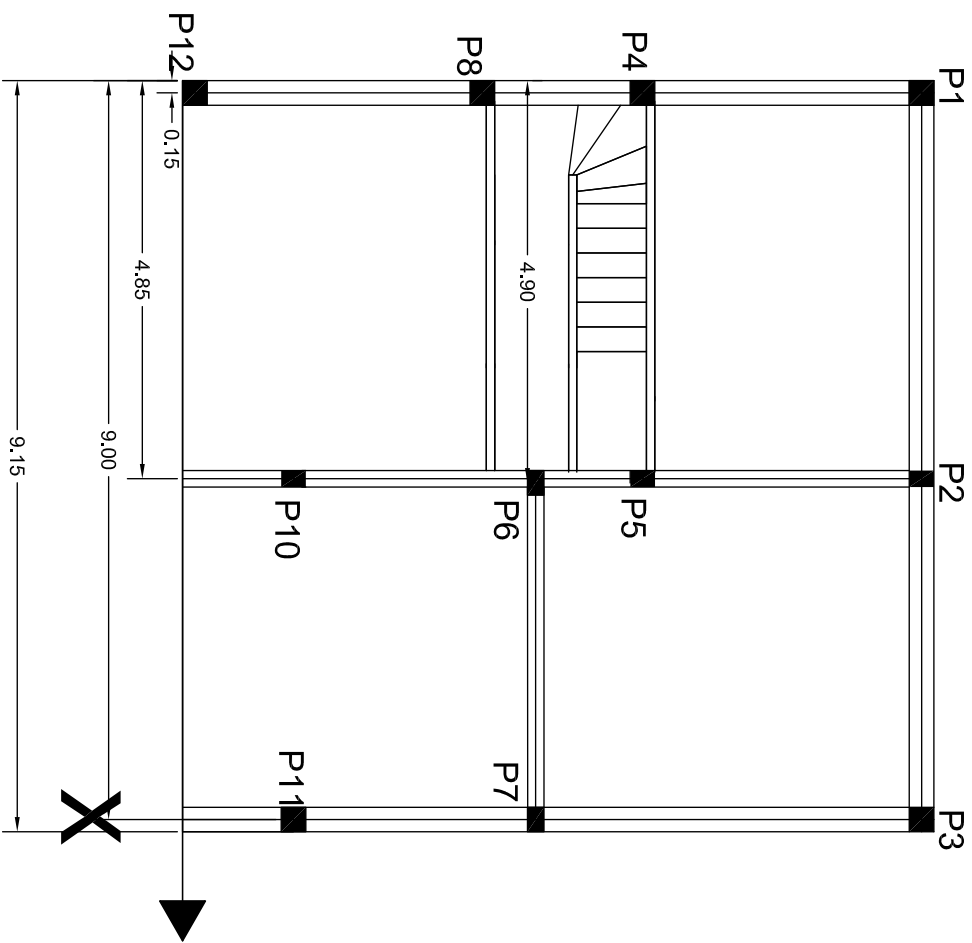
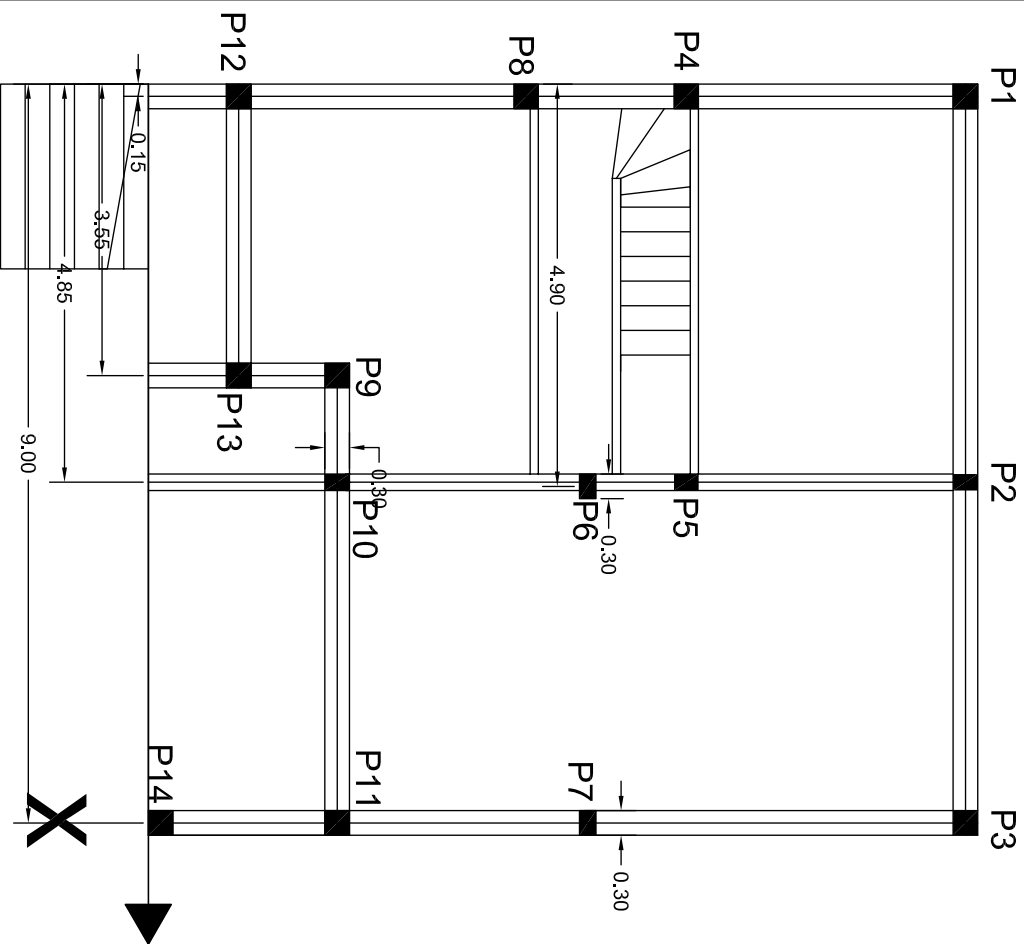
DESENHO Nº 2/8

OBRA: Caso nº3 - Moradia Residencial Avanca

LOCAL: Rua da Arada - Freguesia de Avanca
(Estorreja)

DESIGNAÇÃO: Planta do 2ºPiso

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"
Jennifer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: ESC. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:
Janeiro de 1977

ESPECIALIDADE: Estabilidade

Referencial Eixo X

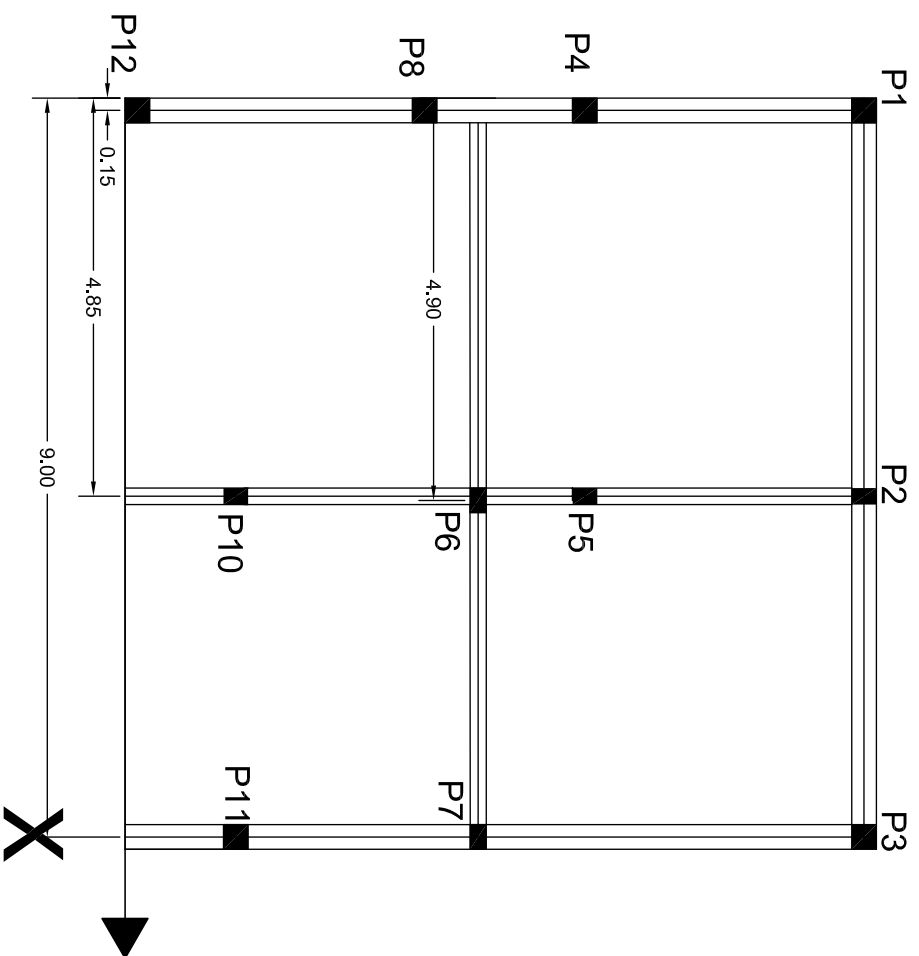
DESENHO Nº 3/8

OBRA: Caso nº3 - Moradia Residencial Avanca

LOCAL: Rua da Arada - Freguesia de Avanca
(Estorreja)

DESIGNAÇÃO: Planta do Rés-do-Chão e 1ºPiso

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"
Jennifer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: ESC. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:
Janeiro de 1977

ESPECIALIDADE: Estrabilidade

Referencial Eixo X

DESENHO Nº 4/8

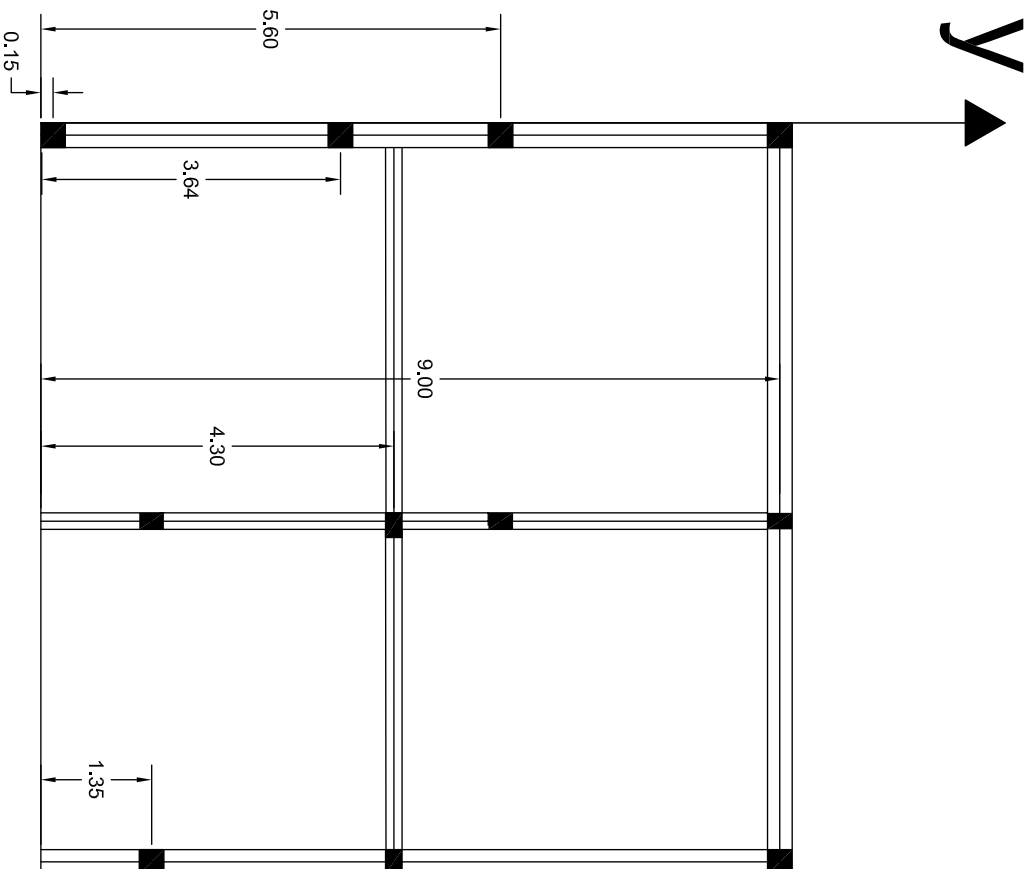
OBRA: Caso nº3 - Moradia Residencial Avanca

LOCAL: Rua da Arada - Freguesia de Avanca
(Estorreja)

DESIGNAÇÃO: Planta do 2ºPiso

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: ESC. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:
Janeiro de 1977

OBRA: Caso nº3 - Moradia Residencial Avanca

ESPECIALIDADE: Estabilidade

LOCAL: Rua da Arada - Freguesia de Avanca
(Estorreja)

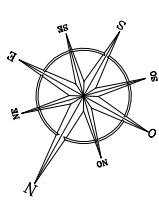
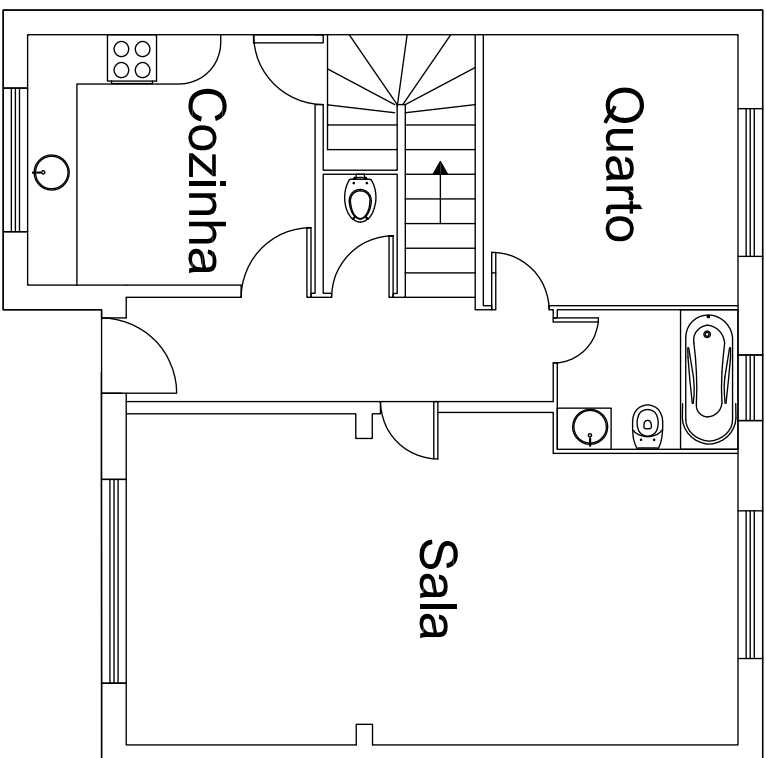
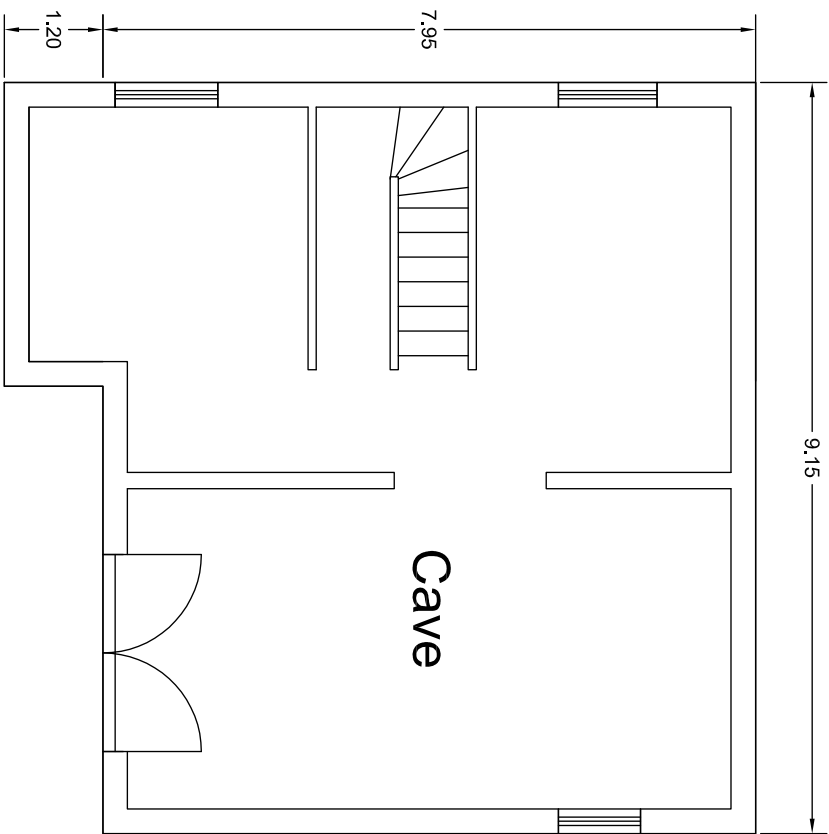
Referencial Eixo Y


DESIGNAÇÃO: Planta do 2ºPiso

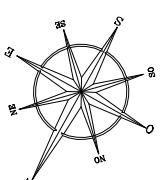
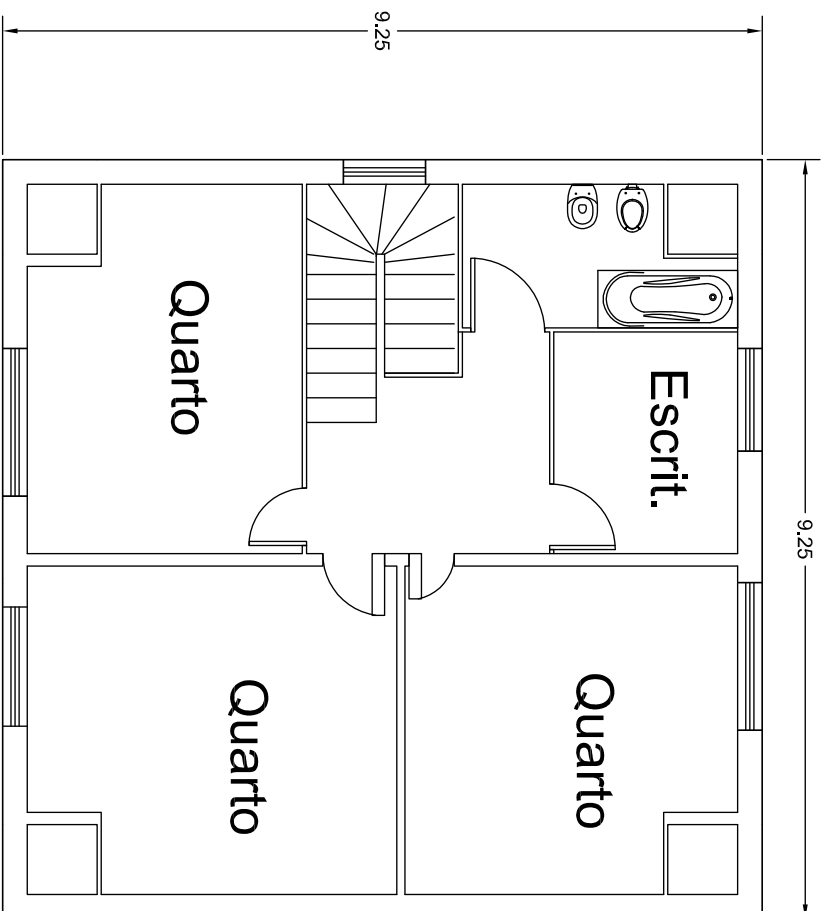
DESENHO Nº: 5/8


"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

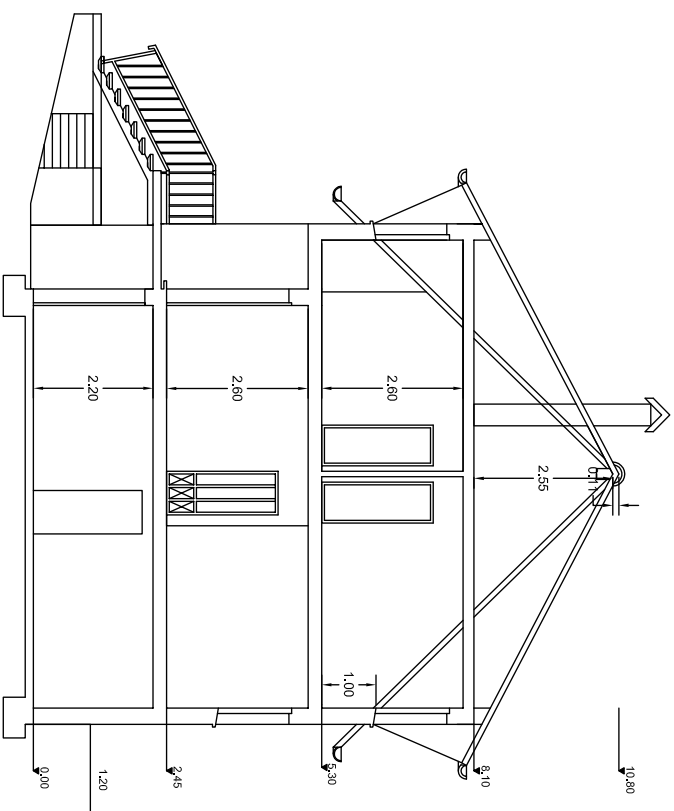
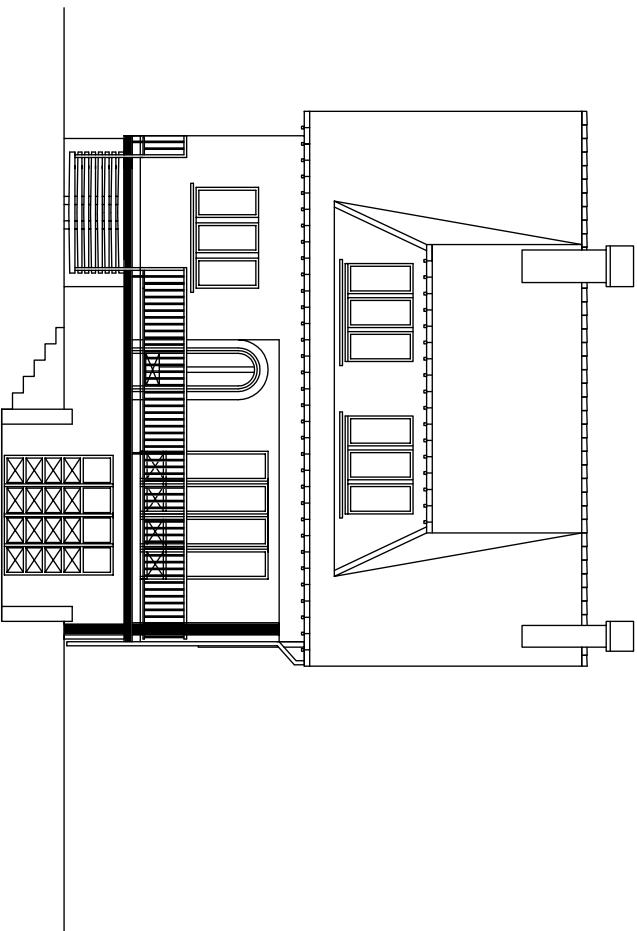
Jeniffer Martins




 Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil 2011		ESCALAS: ESC. 1/100
OBRA: Caso nº3 - Moradia Residencial Avanca		ESPECIALIDADE: Arquitectura
LOCAL: Rua da Arrada - Freguesia de Avanca (Estarreja)		
DESIGNAÇÃO: Planta do Rés-do-Chão e 1ºPiso		DESENHO Nº: 6/8
"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês" Jennifer Martins		



 <p>Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil 2011</p>	ESCALAS:	ESC. 1/100
	DATA DE CONSTRUÇÃO:	Janeiro de 1977
OBRA:	Caso nº3 - Moradia Residencial Avanca	
LOCAL:	Rua da Arada - Freguesia de Avanca (Estorreja)	
DESIGNAÇÃO:	Planta do 2ºPiso	
<p>"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"</p> <p>Jeniffer Martins</p>		DESENHO Nº 7/8



 Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil 2011		ESCALAS: ESC. 1/100
OBRA:	Caso nº3 - Moradia Residencial Avanca	ESPECIALIDADE Arquitectura
LOCAL:	Rua da Arada - Freguesia de Avanca (Estorreja)	
DESIGNAÇÃO:	Alçado Principal e Corte	DESENHO Nº 8/8
"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês" Jennifer Martins		

Preencha todos os espaços a cinza claro

Elementos

Técnico

Membro da N° Data 2011

DADOS DE EDIFÍCIO EM AVALIAÇÃO

Dados Gerais

Edifício Moradia

Concelho Estarreja (Aveiro) Distritos Aveiro

Local Rua da Arada, nº3

Nº de Pisos 3 Data 18-04-2011

Identificação do Projecto

Tipo de Edifício Habitacional Área útil (m²) 259,86

Utilização do Edifício Residencial_Permanente Pé direito médio ponderado 2,5

Tipologia do edifício T4 Altura do Edificado [m] 10,80

Ano de Construção 1977 Período de Vida do Edificado 34

DIMENSÕES EM PLANTA

x - Comprimento [m] 9,15 y - Largura [m] 10,10

Zonamento Sísmico

Zonamento sísmico *Acção Tipo I* 1.6 *Acção Tipo II* 2.4

Caracterização Construtiva Construção Mista

Tipo de Solo A

Ductilidade do Edifício DCM - Média Ductilidade

Valor de Coeficiente ψ_2 0,3

Identificação dos Materiais Aplicados

PISOS	BETÃO	f_{cd} [MPa]	f_{ctd} [MPa]	β_c	AÇO	f_{syd} [MPa]
1	C20/25	13,3	1,07	0,665	A 235	204
2	C20/25	13,3	1,07	0,665	A 235	204
3	C20/25	13,3	1,07	0,665	A 235	204

TABELA 1 - CÁLCULO DO PESO DO PISO

PISO	TIPO DE LAJE	ESP. LAJE	PESO PRÓPRIO DA LAJE	REVEST. + DIVIS.	CARGA PERMANENTE	SOB.	COMBINAÇÃO QUASE PERMANENTE	ÁREA DO PISO	MASSA DO PISO	PESO DO PISO	$\sum W_i$	OBS.:
1	Laje Aligeirada	0,25	3,93	2,50000	6,43	2,00	7,030	92,42	66,23	649,71	1877,05	
2	Laje Aligeirada	0,25	3,93	2,50000	6,43	2,00	7,030	83,72	60,00	588,55	1227,34	
3	Laje Aligeirada	0,35	6,33	1,00000	7,33	1,00	7,630	83,72	65,12	638,78	638,78	Somatório de 2 Lajes, uma correspondente ao 3º Piso, com 20,00m de esp.
									191,34			

2 - Cálculo da Rigidez

TABELA 4 - Cálculo da Relação Rigidez/ Peso dos Psos

PISO	β	Eixo X's		Eixo Y's	
		R/W	Mi	R/W	Mi
1	0,500000000	0,00000419	0,56646874	0,00000406	0,55996561
2		0,00000475		0,00000455	
3	2,000000000	0,00000913	1,04092769	0,00000874	1,04092769

2 - Cálculo da Rigidez

TABELA 2 - DIMENSÕES DOS PILARES, PAREDES, SEGUNDO XX''

PISOS	DESIGN.	DIMENSÕES				E.I	d	Ld	ZT	ΣTd	Cx	Cx	Cx	x
		h	b	h	AREA									
		mm	mm	mm	mm ²		mm	mm			mm	mm	mm	mm
1	P1	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010						
	P2	0,20	0,30	0,30	0,09000	0,00045	4,85	0,00218						
	P3	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	9	0,00012						
	P4	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010						
	P5	0,20	0,30	0,30	0,09000	0,00045	4,85	0,00218						
	P6	0,30	0,20	0,30	0,06000	0,00020	9	0,00098						
	P7	0,30	0,30	0,20	0,06000	0,00020	9	0,00180						
	P8	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00241						
	P9	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	3,35	0,00241						
	P10	0,20	0,30	0,30	0,09000	0,00045	4,85	0,00218						
	P11	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	9	0,00612						
2	P1	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010						
	P2	0,20	0,30	0,30	0,09000	0,00045	4,85	0,00218						
	P3	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	9	0,00612						
	P4	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010						
	P5	0,20	0,30	0,30	0,09000	0,00045	4,85	0,00218						
	P6	0,30	0,20	0,30	0,06000	0,00020	9	0,00098						
	P7	0,30	0,30	0,20	0,06000	0,00020	9	0,00180						
	P8	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010						
	P9	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	9	0,00612						
	P10	0,20	0,30	0,30	0,09000	0,00045	4,85	0,00218						
	P11	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	9	0,00612						
	P12	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010						
3	P1	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010						
	P2	0,20	0,30	0,30	0,09000	0,00045	4,85	0,00218						
	P3	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	9	0,00612						
	P4	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010						
	P5	0,20	0,30	0,30	0,09000	0,00045	4,85	0,00218						
	P6	0,30	0,20	0,30	0,06000	0,00020	9	0,00098						
	P7	0,30	0,30	0,20	0,06000	0,00020	9	0,00180						
	P8	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010						
	P9	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	9	0,00612						
	P10	0,20	0,30	0,30	0,09000	0,00045	4,85	0,00218						
	P11	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	9	0,00612						
	P12	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010						
Σ					2,790									

TABELA 3 - DIMENSÕES DOS PILARES, PAREDES, SEGUNDO YY''

PISOS	DESIGN.	DIMENSÕES				I	E.I	d	Ld	ZT	ΣTd	Gy	Cm _y	y
		h	b	h	AREA									
		mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴		mm	mm			mm	mm	mm
1	P1	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068		9,95	0,00677					
	P2	0,30	0,20	0,30	0,06000	0,00020		9,95	0,00199					
	P3	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068		9,95	0,00677					
	P4	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068		6,55	0,00445					
	P5	0,20	0,30	0,20	0,06000	0,00020		6,55	0,00131					
	P6	0,20	0,30	0,30	0,06000	0,00045		5,35	0,00241					
	P7	0,20	0,30	0,30	0,06000	0,00045		5,35	0,00241					
	P8	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068		4,6	0,00313					
	P9	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068		2,3	0,00156					
	P10	0,30	0,20	0,30	0,06000	0,00020		2,3	0,00046					
	P11	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068		2,3	0,00156					
	P12	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068		1,1	0,00075					
2	P1	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
	P2	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068		9	0,00612					
	P3	0,30	0,20	0,30	0,06000	0,00020		9	0,00180					
	P4	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068		5,59	0,00380					
	P5	0,20	0,30	0,20	0,06000	0,00020		5,59	0,00112					
	P6	0,20	0,30	0,30	0,06000	0,00045		4,3	0,00194					
	P7	0,20	0,30	0,30	0,06000	0,00045		4,3	0,00194					
	P8	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068		3,65	0,00248					
	P9	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068		1,35	0,00092					
	P10	0,30	0,20	0,30	0,06000	0,00020		1,35	0,00027					
	P11	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068		1,35	0,00092					
	P12	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
Σ					2,790									

3 - Classificação e Cálculo de Índices de Resistência de Pilares e Colunas Curtas

TABELA 5 - ÍNDICES DE RESISTÊNCIA DE PILARES E COLUNAS CURTAS, NO EIXO DOS XX''

PISOS	DESIGN.	VARIÁVEIS				CLASSIFICAÇÃO ESTRUTURAL	ÁREA /m ²	C _w	C _c	F	ΣC _w	ΣC _c
		h _c /m/	D /m/	h _c /D	h _c /D							
1	P1	2,20	0,30	7,33	7,33	Plar - Tipo C2	0,09	0,02320	1,00000			
	P2	2,20	0,30	7,33	7,33	Plar - Tipo C2	0,06	0,014880	1,00000			
	P3	2,20	0,30	7,33	7,33	Plar - Tipo C2	0,09	0,02320	1,00000			
	P4	2,20	0,30	7,33	7,33	Plar - Tipo C2	0,09	0,02320	1,00000			
	P5	2,20	0,30	7,33	7,33	Plar - Tipo C2	0,06	0,014880	1,00000			
	P6	2,20	0,20	11,00	11,00	Plar - Tipo C2	0,06	0,014880	1,00000			
	P7	2,20	0,20	11,00	11,00	Plar - Tipo C2	0,06	0,014880	1,00000			
	P8	2,20	0,30	7,33	7,33	Plar - Tipo C2	0,09	0,02320	1,00000			
	P9	2,20	0,30	7,33	7,33	Plar - Tipo C2	0,09	0,02320	1,00000			
	P10	2,20	0,30	7,33	7,33	Plar - Tipo C2	0,06	0,014880	1,00000			
	P11	2,20	0,30	7,33	7,33	Plar - Tipo C2	0,09	0,02320	1,00000			
	P12	2,20	0,30	7,33	7,33	Plar - Tipo C2	0,09	0,02320	1,00000			
2	P1	2,60	0,30	8,67	8,67	Plar - Tipo C2	0,09	0,034135	1,00000			
	P2	2,60	0,30	8,67	8,67	Plar - Tipo C2	0,06	0,022757	1,00000			
	P3	2,60	0,30	8,67	8,67	Plar - Tipo C2	0,09	0,034135	1,00000			
	P4	2,60	0,30	8,67	8,67	Plar - Tipo C2	0,09	0,034135	1,00000			
	P5	2,60	0,20	13,00	13,00	Plar - Tipo C2	0,06	0,016586	1,00000			
	P6	2,60	0,20	13,00	13,00	Plar - Tipo C2	0,06	0,022757	1,00000			
	P7	2,60	0,20	13,00	13,00	Plar - Tipo C2	0,06	0,022757	1,00000			
	P8	2,60	0,30	8,67	8,67	Plar - Tipo C2	0,09	0,034135	1,00000			
	P9	2,60	0,30	8,67	8,67	Plar - Tipo C2	0,06	0,022757	1,00000			
	P10	2,60	0,30	8,67	8,67	Plar - Tipo C2	0,09	0,034135	1,00000			
	P11	2,60	0,30	8,67	8,67	Plar - Tipo C2	0,09	0,034135	1,00000			
	P12	2,60	0,30	8,67	8,67	Plar - Tipo C2	0,09	0,034135	1,00000			
3	P1	2,60	0,30	8,67	8,67	Plar - Tipo C2	0,09	0,048724	1,00000			
	P2	2,60	0,30	8,67	8,67	Plar - Tipo C2	0,06	0,016586	1,00000			
	P3	2,60	0,30	8,67	8,67	Plar - Tipo C2	0,09	0,065386	1,00000			
	P4	2,60	0,30	8,67	8,67	Plar - Tipo C2	0,09	0,065386	1,00000			
	P5	2,60	0,30	8,67	8,67	Plar - Tipo C2	0,09	0,065386	1,00000			
	P6	2,60	0,20	13,00	13,00	Plar - Tipo C2	0,06	0,048724	1,00000			
	P7	2,60	0,20	13,00	13,00	Plar - Tipo C2	0,06	0,048724	1,00000			
	P8	2,60	0,30	8,67	8,67	Plar - Tipo C2	0,09	0,065386	1,00000			
	P9	2,60	0,30	8,67	8,67	Plar - Tipo C2	0,09	0,065386	1,00000			
	P10	2,60	0,30	8,67	8,67	Plar - Tipo C2	0,09	0,065386	1,00000			
	P11	2,60	0,30	8,67	8,67	Plar - Tipo C2	0,09	0,065386	1,00000			
	P12	2,60	0,30	8,67	8,67	Plar - Tipo C2	0,09	0,065386	1,00000			

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Sub-Índice E_0

Factores de Redução de Capacidade Sísmica

PISO	φ	C_{sc}	C_c	C_{mar}	F	E_0
1	1,0000	0,0000	0,2753	0,0000	1,0000	0,1927
2	0,8000	0,0000	0,3186	0,0000	1,0000	0,1784
3	0,6667	0,0000	0,6121	0,0000	1,0000	0,2857

Tipo de Rotura

B

 α_1

0

 α_2

1

2 - Cálculo do Sub-Índice S_D

Items (q_i)		Variáveis	G_i	R_{fi}	$q_{...}$
a). Regularidade	a	a1	1	1,00	1
b). Relação Comprimento - largura	B	0,91	1	0,50	1
c). Saliência / expansão	c	0,00	0,8	0,50	0,9
d). Contração em Planta	d	1,00	0,9	0,50	0,95
e). Átrio ou pátio Interior	R_{ap}	0,00	0,8	0,50	0,9
f). Excentricidade do átrio ou pátio Interior	f_1	0,00	0,9	0,30	0,97
	f_2	0,00	0,9		1
h). Pisos Enterrados	R_{as}	0,55	1	1,00	1,2
i). Uniformidade da altura do Andar	R_h	1,00	1	0,50	1
j). Presença de Pilotis		Não Tem	1	0,50	1

3 - Cálculo do Sub-Índice T

Item a Verificar	Intensidade	Assinala com uma X, as condições que se verificam	Valor do Índice T
Deformação Permanente	Inclinação do edifício devido a assentamento diferencial		1
	Edifício Construído sobre zona de aterro artificial		
	Deformação visível de vigas ou pilares		
	Não apresenta indícios de deformação	x	
Fendas nas Paredes ou Pilares	Infiltração com visível corrosão das armaduras		1
	Fendas inclinadas observadas nos pilares		
	Forte fendilhação nas paredes exteriores		
	Infiltração sem aparente corrosão das armaduras		
	Nenhum dos casos anteriores	x	
Incêndios	Sofreu e não foi reparado		1
	Sofreu mas foi reparado		
	Não sofreu	x	
Ocupação	Armazena produtos químicos		1
	Não armazena produtos perigosos	x	
Período de Vida	Igual ou superior a 30 anos	x	0,8
	Igual ou superior a 20 anos		
	Inferior a 19 Anos		
Acabamentos	Danos significativos nas camadas externas do revestimento		0,9
	Danos significativos nas camadas internas do revestimento		
	Sem problemas	x	

4 - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico

PISO	E_0	S_D	T	I_s
1	0,1927	0,8957	0,8000	0,1381
2	0,1784			0,1278
3	0,2857			0,2047

1º NIVEL - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico , em X's
1º NIVEL - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais , em X's

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais

PISO	f	t	B	H	I _N
1	0,5	0,5	0,75	0,3	0,775
2	0,5	0,5	0,75	0,3	0,775
3	0,5	0,5	0,75	0,3	0,775

2 - Cálculo do Sub-Índice de Flexibilidade, f

Assinalar a opção com X

PISO	ESTRUTURA			Flexibilidade da Estrutura (G _s)		f	
				Rígida	Fléxivel		
				I	II		
1	Elementos Não estruturais (G _N)	Rígida	I		X	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0	
2	Elementos Não estruturais (G _N)	Rígida	I		X	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0	
3	Elementos Não estruturais (G _N)	Rígida	I		X	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0	

3 - Cálculo do Sub-Índice do Estado Actual, t

PISO	ESTADO DA ESTRUTURA		t
	Ocorrência de Danos		
	Existe ou é Desconhecido	Não Existe	
1		X	0,5
2		X	0,5
3		X	0,5

4 - Cálculo do Sub-Índice do Grau de Influência, H

Assinalar a opção com X

PISO	ESTRUTURA		Situação		H	
			Existe	Não existe		
1	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)		X	0,3	0,3
		Outros			0	
2	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)		X	0,3	0,3
		Outros			0	
3	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)		X	0,3	0,3
		Outros			0	

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Sub-Índice E_0

Factores de Redução de Capacidade Sísmica

PISO	φ	C_{sc}	C_c	C_{mar}	F	E_0
1	1,0000	0,0000	0,2753	0,0000	1,0000	0,1927
2	0,8000	0,0000	0,3186	0,0000	1,0000	0,1784
3	0,6667	0,0000	0,6121	0,0000	1,0000	0,2857

Tipo de Rotura	B
α_1	0
α_2	1

2 - Cálculo do Sub-Índice S_D

Items (q_i)		Variáveis	G_i	R_{fi}	$q_{...}$
a). Regularidade	a	a1	1	1,00	1
b). Relação Comprimento - largura	B	0,91	1	0,50	1
c). Saliência / expansão	c	0,00	0,8	0,50	0,9
d). Contração em Planta	d	1,00	0,9	0,50	0,95
e). Átrio ou pátio Interior	R_{ap}	0,00	0,8	0,50	0,9
f). Excentricidade do átrio ou pátio Interior	f_1	0,00	0,9	0,30	0,97
	f_2	0,00	0,9		1
h). Pisos Enterrados	R_{as}	0,55	1	1,00	1,2
i). Uniformidade da altura do Andar	R_h	1,00	1	0,50	1
j). Presença de Pilotis		Não Tem	1	0,50	1

3 - Cálculo do Sub-Índice T

Item a Verificar	Intensidade	Assinala com uma X, as condições que se verificam	Valor do Índice T
Deformação Permanente	Inclinação do edifício devido a assentamento diferencial		1
	Edifício Construído sobre zona de aterro artificial		
	Deformação visível de vigas ou pilares		
	Não apresenta indícios de deformação	x	
Fendas nas Paredes ou Pilares	Infiltração com visível corrosão das armaduras		1
	Fendas inclinadas observadas nos pilares		
	Forte fendilhação nas paredes exteriores		
	Infiltração sem aparente corrosão das armaduras		
	Nenhum dos casos anteriores	x	
Incêndios	Sofreu e não foi reparado		1
	Sofreu mas foi reparado		
	Não sofreu	x	
Ocupação	Armazena produtos químicos		1
	Não armazena produtos perigosos	x	
Período de Vida	Igual ou superior a 30 anos	x	0,8
	Igual ou superior a 20 anos		
	Inferior a 19 Anos		
Acabamentos	Danos significativos nas camadas externas do revestimento		0,9
	Danos significativos nas camadas internas do revestimento		
		x	
	Sem problemas		

4 - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico

PISO	E_0	S_D	T	I_s
1,0000	0,1927	0,8957	0,8000	0,1381
2,0000	0,1784			0,1278
3,0000	0,2857			0,2047

1º NÍVEL - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico , em Y's
1º NÍVEL - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais , em Y's

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais

PISO	f	t	B	H	I _N
1	0,5	0,5	0,75	0,3	0,775
2	0,5	0,5	0,75	0,3	0,775
3	0,5	0,5	0,75	0,3	0,775

2 - Cálculo do Sub-Índice de Flexibilidade, f

Assinalar a opção com X

PISO	ESTRUTURA			Flexibilidade da Estrutura (G _s)		f	
				Rígida	Fléxivel		
				I	II		
1	Elementos Não estruturais (G _N)	Rígida	I		X	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0	
2	Elementos Não estruturais (G _N)	Rígida	I		X	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0	
3	Elementos Não estruturais (G _N)	Rígida	I		X	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0	

3 - Cálculo do Sub-Índice do Estado Actual, t

PISO	ESTADO DA ESTRUTURA		t
	Ocorrência de Danos		
	Existe ou é Desconhecido	Não Existe	
1		X	0,5
2		X	0,5
3		X	0,5

4 - Cálculo do Sub-Índice do Grau de Influência, H

Assinalar a opção com X

PISO	ESTRUTURA		Situação		H	
			Existe	Não existe		
1	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)		X	0,3	0,3
		Outros			0	
2	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)		X	0,3	0,3
		Outros			0	
3	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)		X	0,3	0,3
		Outros			0	

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Sub-Índice E_0

PISO	φ	C_{sc}	C_c	C_{mar}	F	E_1	E_2	E_3	1º Modo de Rotura	2º Modo de Rotura	E_0
									E_{01}	E_{02}	
1	1,0000	0,0000	0,2753	0,0000	1,0000	0,0000	0,2753	0,0000	0,1927	0,2753	0,2753
2	0,8000	0,0000	0,3186	0,0000	1,0000	0,0000	0,3186	0,0000	0,1784	0,2549	0,2549
3	0,6667	0,0000	0,6121	0,0000	1,0000	0,0000	0,6121	0,0000	0,2857	0,4081	0,4081

Tipo de Rotura 1

B

 α_1

0

 α_2

1

 α_3

0,7

Tipo de Rotura 2

C

 α_1

0

 α_2

0

 α_3

1

2 - Cálculo do Sub-Índice S_D

Piso	Items (q_i)		Variáveis	G_i	$R2_i$	$q_{...}$
1	l). Excentricidade entre Cg e Cr	l	0,03	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,57	0,9	1,00	0,9
2	l). Excentricidade entre Cg e Cr	l	0,06	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,00	0,9	1,00	0,9
3	l). Excentricidade entre Cg e Cr	l	0,06	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	1,04	0,9	1,00	0,9

 S_D i= a, b, c, d, e, f, h, i, j =

0,896

3 - Cálculo do Sub-Índice T

Piso	Elementos Estruturais	Grau	FISSURAS E DEFORMAÇÕES ESTRUTURAIS			DETERIORAÇÃO E INATIVIDADE ESTRUTURAL			Ti
			A	B	C	A	B	C	
1	Laje	N<1/9							0,9889
	Viga								
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050	0,0010	
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0,001	
	Total		$P_s =$	0,017		$P_t =$	0,006		
2	Laje	N<1/9							0,9889
	Viga								
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050	0,0010	
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0,001	
	Total		$P_s =$	0,017		$P_t =$	0,006		
3	Laje	N<1/9							0,9879
	Viga								
	Paredes e Pilares		0,0170		0,0010		0,0050	0,0010	
	Sub-Total		0,017	0	0,001	0	0,005	0,001	
	Total		$P_s =$	0,018		$P_t =$	0,006		

4 - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico

PISO	E_0	S_D	T	I_s
1	0,2753	0,8061	0,9889	0,2195
2	0,2549	0,8061	0,9889	0,2032
3	0,4081	0,8061	0,9879	0,3253

2ª NIVEL - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico , em X's

2ª NIVEL - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais, em X's

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais

PISO	B _j	h _j	W _j	H _j	L _j	ΣL _j	ΣB _j *W _j *H _j *	I _N
1	0,500	2,200	0,814	0,350	4,780	18,300	0,68115	0,037
2	0,500	2,600	0,871	0,700	4,780	18,300	1,4579	0,080
3	0,500	2,600	0,871	0,700	4,780	18,300	1,4579	0,080

2 - Cálculo do Sub-Índice de Flexibilidade

PISO	Historial de Danos Sofridos		Anos que passaram			t		f	B
			g y						
			1	2	3				
1	g _{II}	1			0	0,5	0	0,5	
		2		X	0,5				
		3			0				
2	g _{II}	1			0	0,5	0	0,5	
		2		X	0,5				
		3			0				
3	g _{II}	1			0	0,5	0	0,5	
		2		X	0,5				
		3			0				

3 - Cálculo do Sub-Índice Ambiental, e

PISO	Tipo de Ambiente	Assinala com uma X, as condições que se verificam	Sub-índice e
1	Rua Pública,		0
	Rua Privada, Estrada Local, Corredor, Praça Pública, Varanda	X	0,7
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas não podem ter acesso, edifícios adjacentes		
2	Rua Pública,		0
	Rua Privada, Estrada Local, Corredor, Praça Pública, Varanda	X	0,7
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas não podem ter		0
3	Rua Pública,		0
	Rua Privada, Estrada Local, Corredor, Praça	X	0,7
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas não podem ter		0

4 - Cálculo do Sub-Índice de Detenção de Quedas, c

PISO	Condição de Supressão	Assinala com uma X, as condições que se verificam	Sub-índice c
1	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas	X	0,5
	Outros		0
2	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente interceptar o ângulo de influência		0
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0
	Outros	X	1
3	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente interceptar o ângulo de influência		0
	A superfície horizontal no piso térreo mesma que a das paredes consideradas		0
	Outros	X	1

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Sub-Índice E_0

PISO	φ	C_{sc}	C_c	C_{mar}	F	E_1	E_2	E_3	1º Modo de Rotura	2º Modo de Rotura	E_0
									E_{01}	E_{02}	
1	1,0000	0,0000	0,2753	0,0000	1,0000	0,0000	0,2753	0,0000	0,1927	0,2753	0,2753
2	0,8000	0,0000	0,3186	0,0000	1,0000	0,0000	0,3186	0,0000	0,1784	0,2549	0,2549
3	0,6667	0,0000	0,6121	0,0000	1,0000	0,0000	0,6121	0,0000	0,2857	0,4081	0,4081

Tipo de Rotura 1

B

 α_1

0

 α_2

1

 α_3

0,7

Tipo de Rotura 2

C

 α_1

0

 α_2

0

 α_3

1

2 - Cálculo do Sub-Índice S_D

Piso	Items (q_i)		Variáveis	G_i	$R2_i$	$q_{...}$
1	l). Excentricidade entre Cg e Cr	l	0,04	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,56	0,9	1,00	0,9
2	l). Excentricidade entre Cg e Cr	l	-0,01	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,00	0,9	1,00	0,9
3	l). Excentricidade entre Cg e Cr	l	-0,09	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	1,04	0,9	1,00	0,9

 S_D ie= a, b, c, d, e, f, h, i, j =

0,896

3 - Cálculo do Sub-Índice T

Piso	Elementos Estruturais	Grau	FISSURAS E DEFORMAÇÕES ESTRUTURAIS			DETERIORAÇÃO E INATIVIDADE ESTRUTURAL			Ti
			A	B	C	A	B	C	
1	Laje	N<1/9							0,9889
	Viga								
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050	0,0010	
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0,001	
	Total		$P_s =$	0,017		$P_i =$	0,006		
2	Laje	N<1/9							0,9889
	Viga								
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050	0,0010	
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0,001	
	Total		$P_s =$	0,017		$P_i =$	0,006		
3	Laje	N<1/9							0,9879
	Viga								
	Paredes e Pilares		0,0170		0,0010		0,0050	0,0010	
	Sub-Total		0,017	0	0,001	0	0,005	0,001	
	Total		$P_s =$	0,018		$P_i =$	0,006		

4 - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico

PISO	E_0	S_D	T	I_s
1	0,2753	0,8061	0,9889	0,2195
2	0,2549	0,8061	0,9889	0,2032
3	0,4081	0,8061	0,9879	0,3253

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais

PISO	B _j	h _j	W _j	H _j	L _j	ΣL _j	ΣB _j *W _j *H _j *	I _N
1	0,500	2,200	0,814	0,350	4,750	20,200	0,676875	0,034
2	0,500	2,600	0,871	0,700	4,750	18,300	1,44875	0,079
3	0,500	2,600	0,871	0,700	4,750	18,300	1,44875	0,079

2 - Cálculo do Sub-Índice de Flexibilidade

PISO	Historial de Danos Sofridos	Anos que passaram				t		f	B
		g y							
		1	2	3					
1	g _H	1			0	0,5	0	0,5	
		2		X	0,5				
		3			0				
2	g _H	1			0	0,5	0	0,5	
		2		X	0,5				
		3			0				
3	g _H	1			0	0,5	0	0,5	
		2		X	0,5				
		3			0				

3 - Cálculo do Sub-Índice Ambiental, e

PISO	Tipo de Ambiente	Assinala com uma X, as condições que se verificam	Sub-índice e	
0	Rua Pública,		0	0,7
	Rua Privada, Estrada Local, Corredor, Praça Pública, Varanda	X	0,7	
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0	
	Espaços Abertos onde as pessoas não podem ter acesso, edifícios adjacentes		0	
0	Rua Pública,		0	0,7
	Rua Privada, Estrada Local, Corredor, Praça Pública, Varanda	X	0,7	
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0	
	Espaços Abertos onde as pessoas não		0	
1	Rua Pública,		0	0,7
	Rua Privada, Estrada Local,	X	0,7	
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0	
	Espaços Abertos onde as pessoas não		0	

4 - Cálculo do Sub-Índice de Detenção de Quedas, c

PISO	Condição de Supressão	Assinala com uma X, as condições que se verificam	Sub-índice c	
0	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	0,5
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas	X	0,5	
	Outros		0	
0	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
1	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

Cálculo de índices para diferentes tipos de Sismo

a_{gR}	0,35	γ_1	1	S_1	1,35	$a_{gR} \cdot \gamma_1 \cdot S_2$	0,4725
a_{gR}	1,1	γ_2	1	S_2	1,338	$a_{gR} \cdot \gamma_2 \cdot S_3$	1,4718

Classe de Importância

II

$a_{gR} \cdot \gamma \cdot S$ 1,4718

Tipo de Estrutura

Sistema Misto

α_u / α_1 1,3

Sistema Estrutural

Pórtico, misto, Paredes acopladas

Ductilidade do Edifício

DCM - Média Ductilidade

- Verificação de Critérios de Regularidade em Altura

Condição

Nenhuma das anteriores

0

L

L2

0

Verificação

L1

0

L3

0

λ

0,85

q_{0DCM} 3,9

q_0

3,9

K_{WSP} 1,18033

K_{w_x} 1,000

q_x 3,900

q_{0DCH} 5,85

K_{WTF} 1,07

K_{w_y} 1,000

q_y 3,900

I_{s0x}

=

0,082

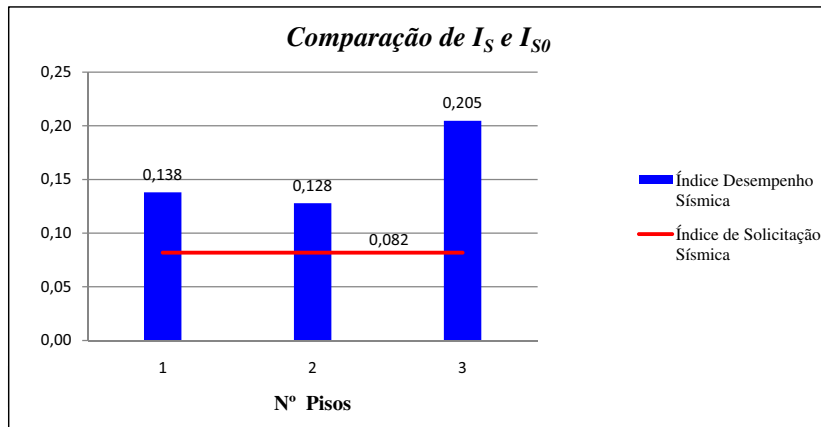
I_{s0y}

=

0,082

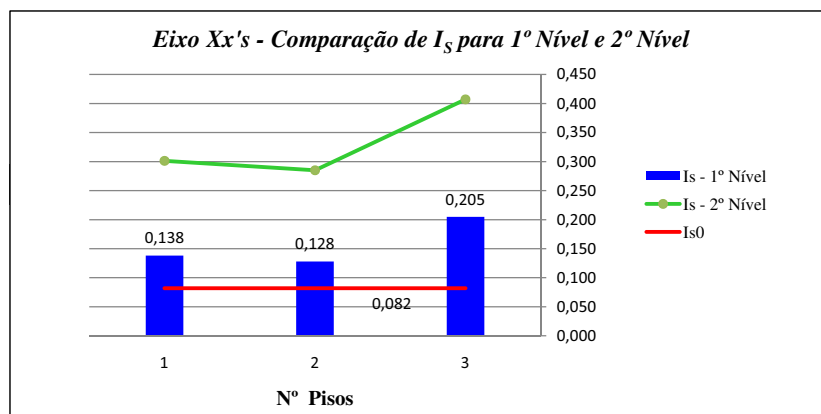
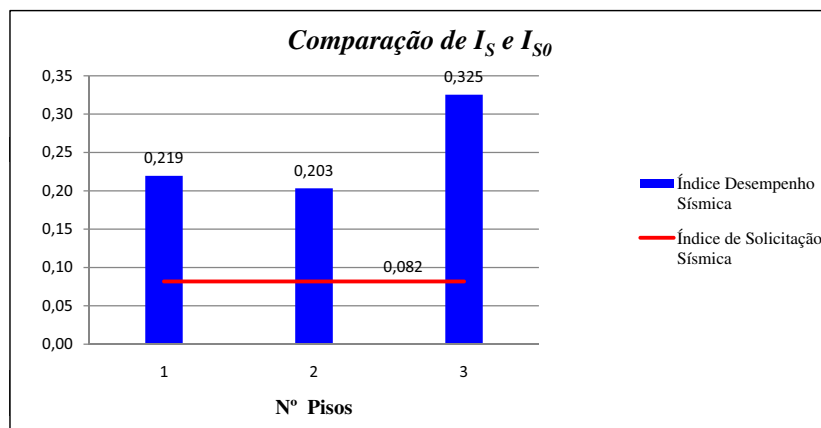
VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA DO EDIFICADO NO 1º NÍVEL DE AVALIAÇÃO

PISO	E_0	S_D	T	I_s	I_{s0}	VERIFICAÇÃO SEGURANÇA À ACÇÃO SÍSMICA
1	0,193	0,896	0,800	0,138	0,082	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
2	0,178			0,128	0,082	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
3	0,286			0,205	0,082	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica



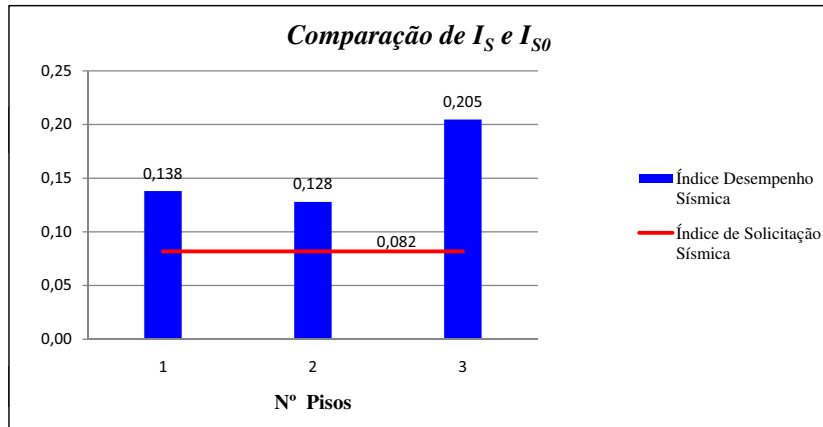
VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA DO EDIFICADO NO 2º NÍVEL DE AVALIAÇÃO

PISO	E_0	S_D	T	I_s	I_{s0}	VERIFICAÇÃO SEGURANÇA À ACÇÃO SÍSMICA
1	0,275	0,806	0,989	0,219	0,082	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
2	0,255	0,806	0,989	0,203	0,082	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
3	0,408	0,806	0,988	0,325	0,082	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica



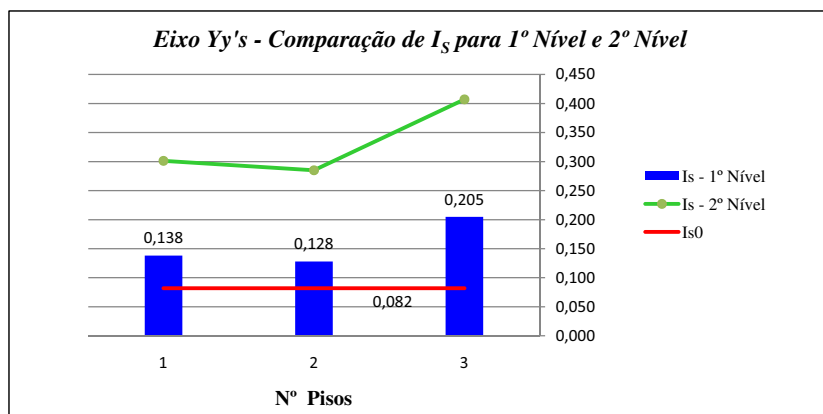
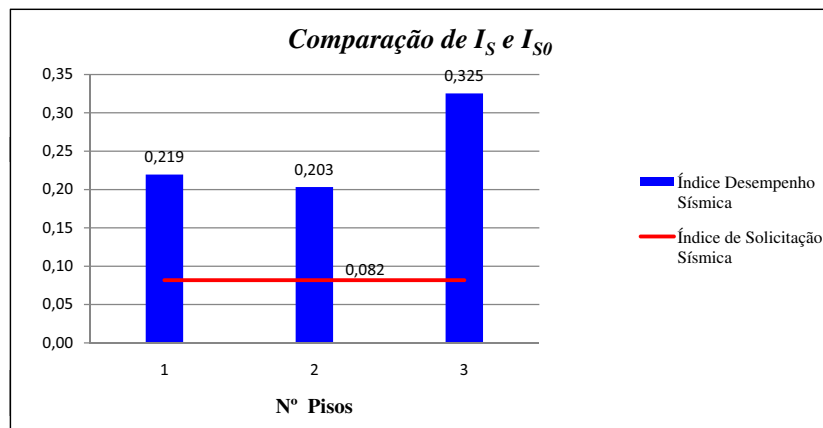
VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA DO EDIFICADO NO 1º NÍVEL DE AVALIAÇÃO

PISO	E_0	S_D	T	I_s	I_{s0}	VERIFICAÇÃO SEGURANÇA Á ACÇÃO SÍSMICA
1	0,193	0,896	0,800	0,138	0,082	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
2	0,178			0,128	0,082	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
3	0,286			0,205	0,082	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica

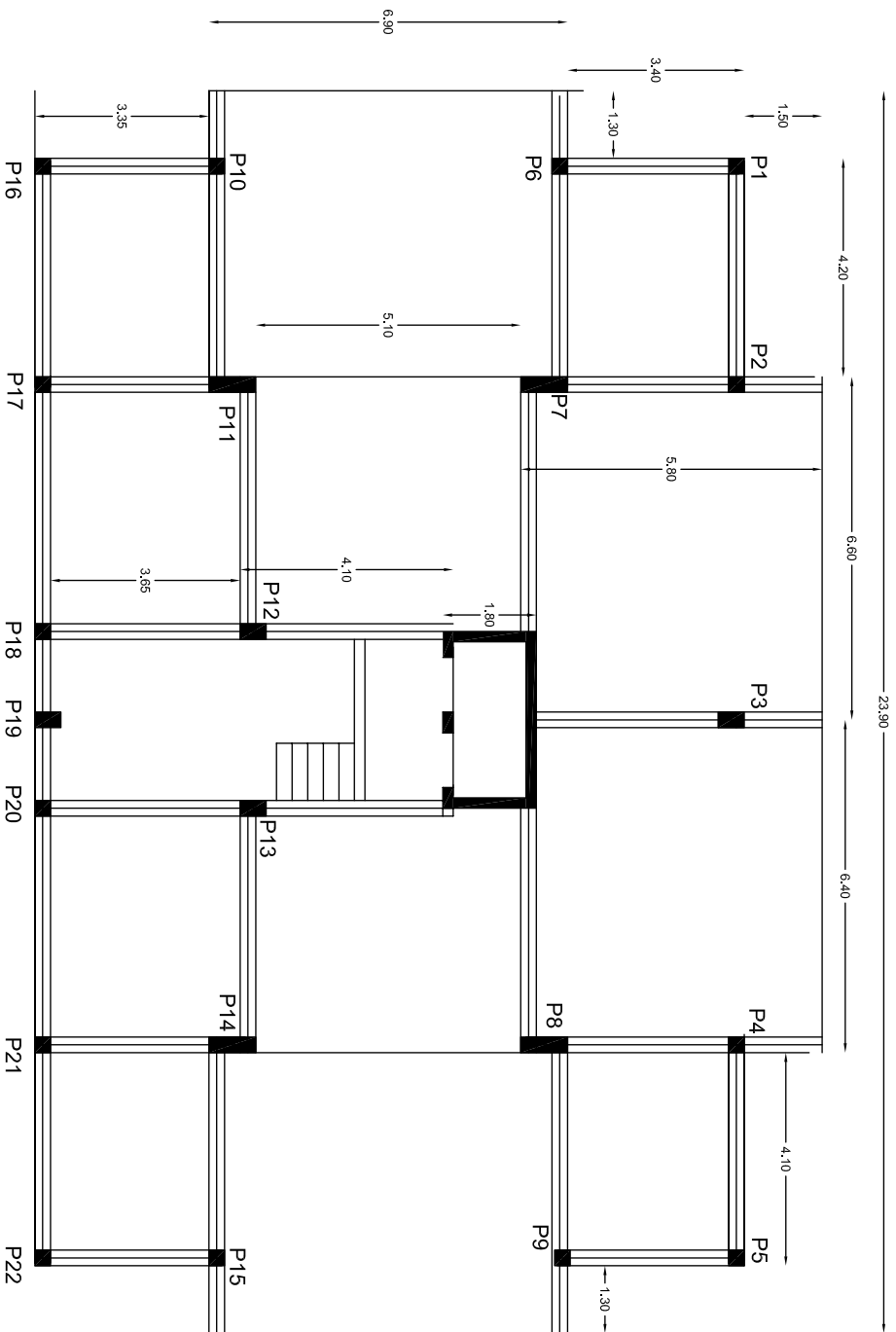


VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA DO EDIFICADO NO 2º NÍVEL DE AVALIAÇÃO

PISO	E_0	S_D	T	I_s	I_{s0}	VERIFICAÇÃO SEGURANÇA Á ACÇÃO SÍSMICA
1	0,275	0,806	0,989	0,219	0,082	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
2	0,255	0,806	0,989	0,203	0,082	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
3	0,408	0,806	0,988	0,325	0,082	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica



A.2.1 CASO DE ESTUDO Nº1



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALA: 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:
26 de Novembro de 1987

Caso nº1 - Edifício Habitacional Ermesinde

ESPECIALIDADE
Estabilidade

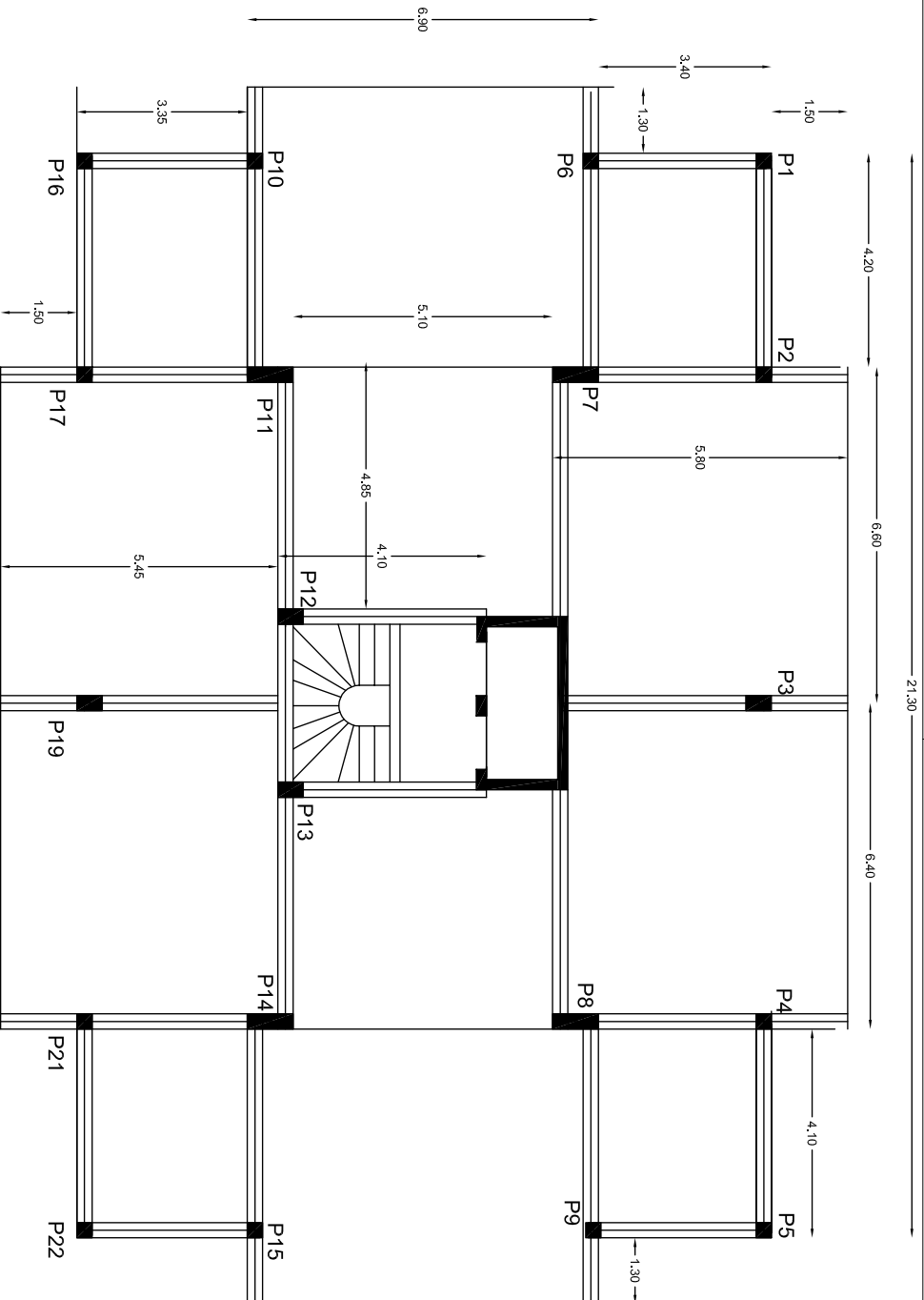
LOCAL: Praceta Rainha Vitória - Ermesinde

DESIGNAÇÃO: Planta do Rés do Chão

DESENHO Nº: 1 / 17

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Laje do Piso 1º e 2º



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALA: 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Novembro de 1987

ESPECIALIDADE

Estabilidade

OBRA:

Caso nº1 - Edifício Habitacional Ermesinde

LOCAL:

Praceta Rainha Vitória - Ermesinde

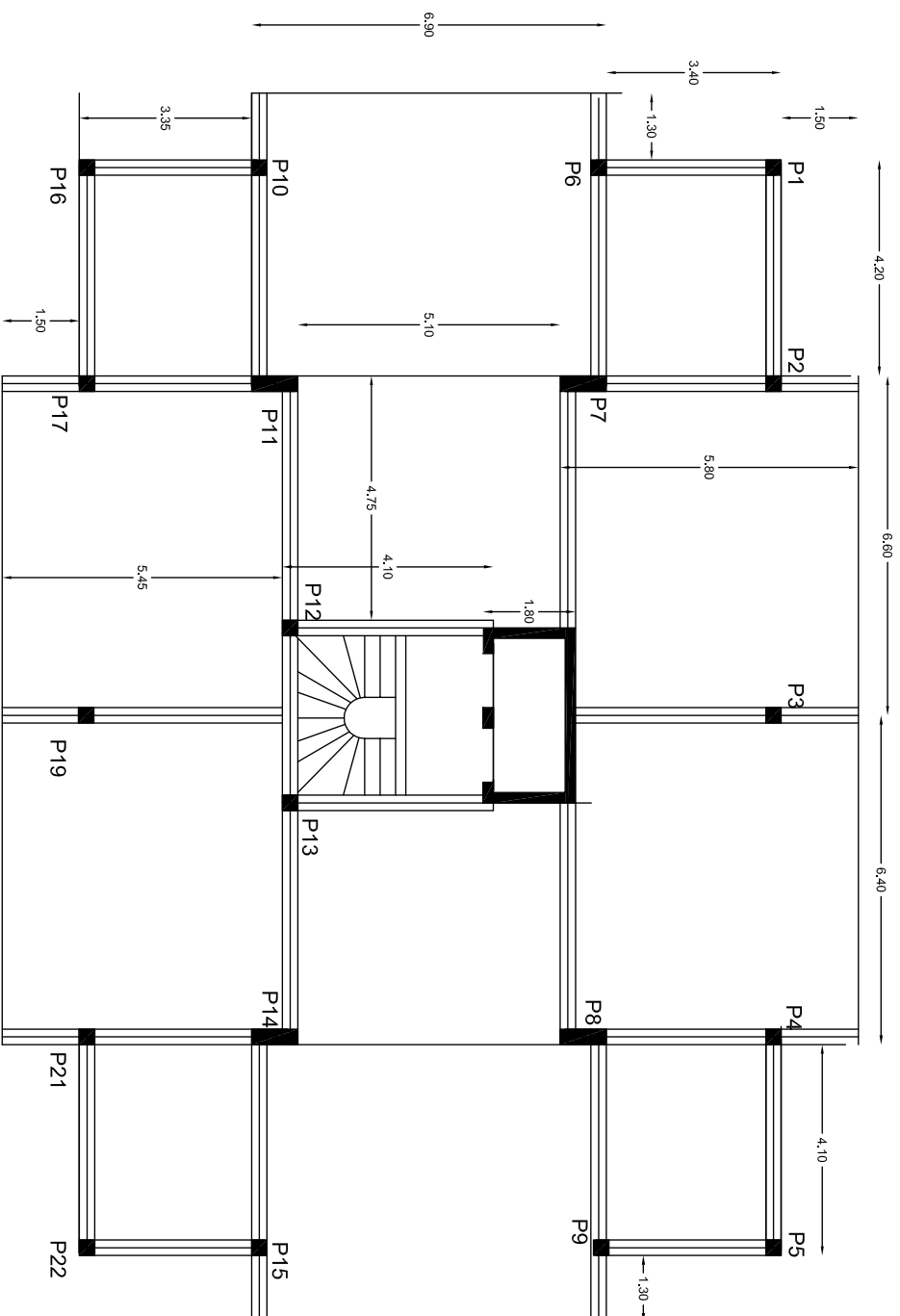
DESIGNAÇÃO:

Planta do 1º e 2º Piso

DESENHO Nº: 21/17

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Laje do 3º Piso ao 7º



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALA: 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Novembro de 1987

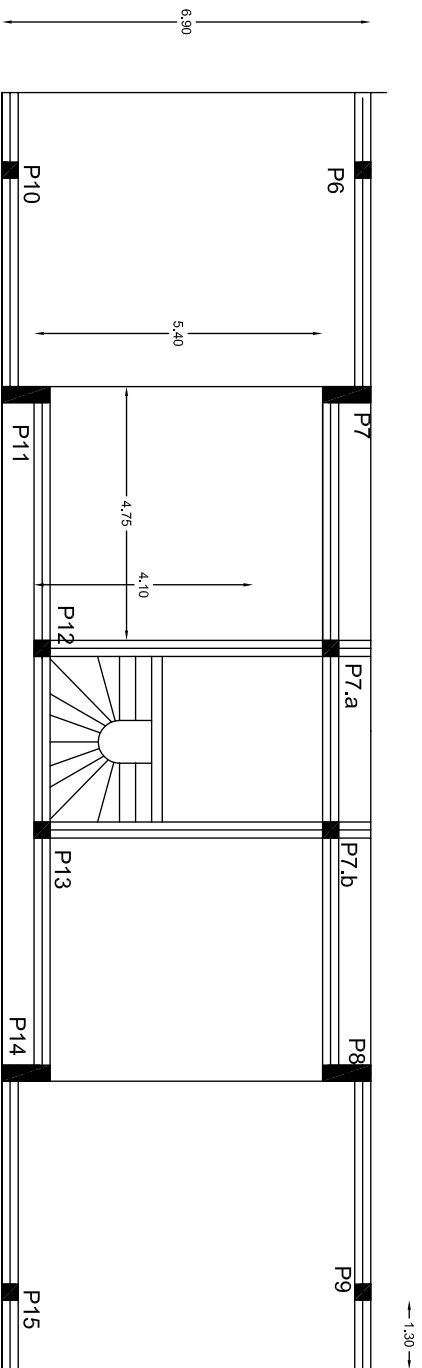
ESPECIALIDADE: Estruturidade

OBRA: Caso nº1 - Edifício Habitacional Ermesinde
LOCAL: Praceta Rainha Vitória - Ermesinde

DESIGNAÇÃO: Planta do 3º ao 6º Piso

DESENHO Nº: 3/ 17

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"
Jennifer Martins



Laje do Duplex's



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: esc. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:
26 de Novembro de 1987

OBRA:

Caso nº1 - Edifício Habitacional Emesinde

ESPECIALIDADE

Estabilidade

LOCAL:

Praceta Rainha Vitória - Emesinde

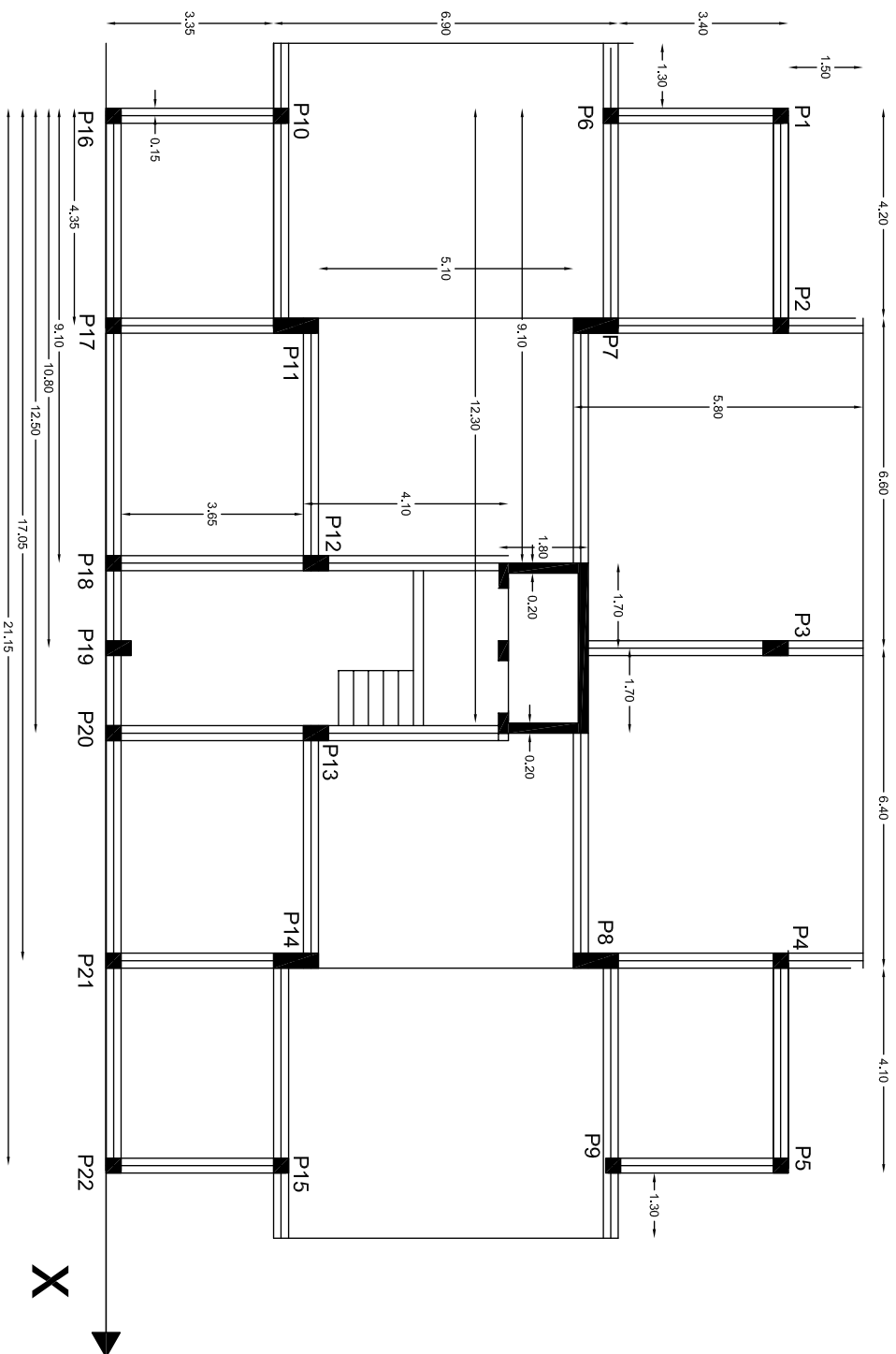
DESIGNAÇÃO:

Planta dos Duplexes

DESENHO Nº: 4/ 17

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: 1/100
DATA DE CONSTRUÇÃO: 26 de Novembro de 1987

OBRA: Caso nº1 - Edifício Habitacional Emesinde

ESPECIALIDADE: Estabilidade

LOCAL: Praceta Rainha Vitória - Emesinde

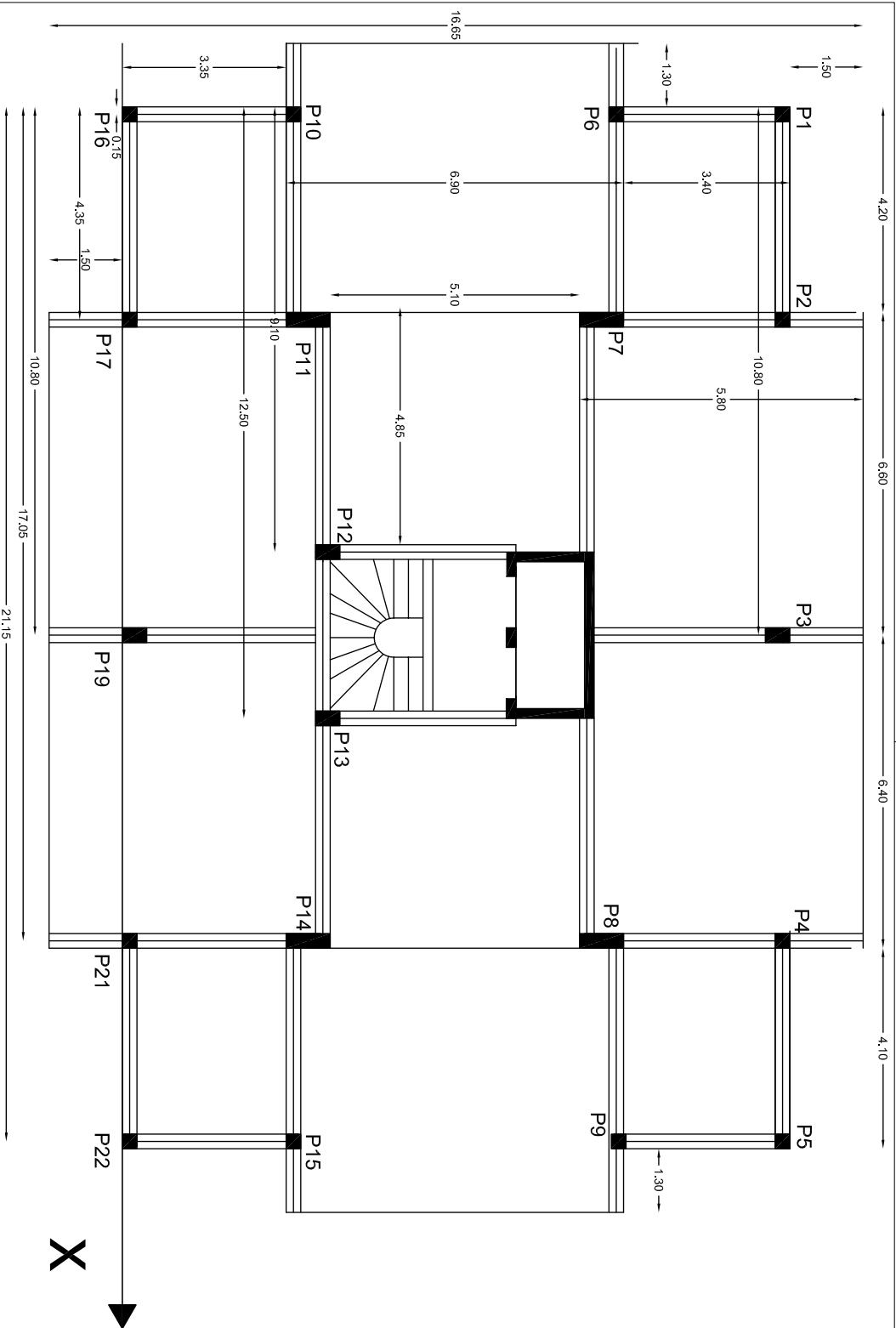
Referencial Eixo X

DESIGNAÇÃO: Planta do Rés-do-Chão

DESENHO Nº: 5/ 17

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: esc. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:
26 de Novembro de 1987

OBRA: Caso nº1 - Edifício Habitacional Ermesinde

ESPECIALIDADE: Estrabllidade

LOCAL: Praceta Rainha Vitória - Ermesinde

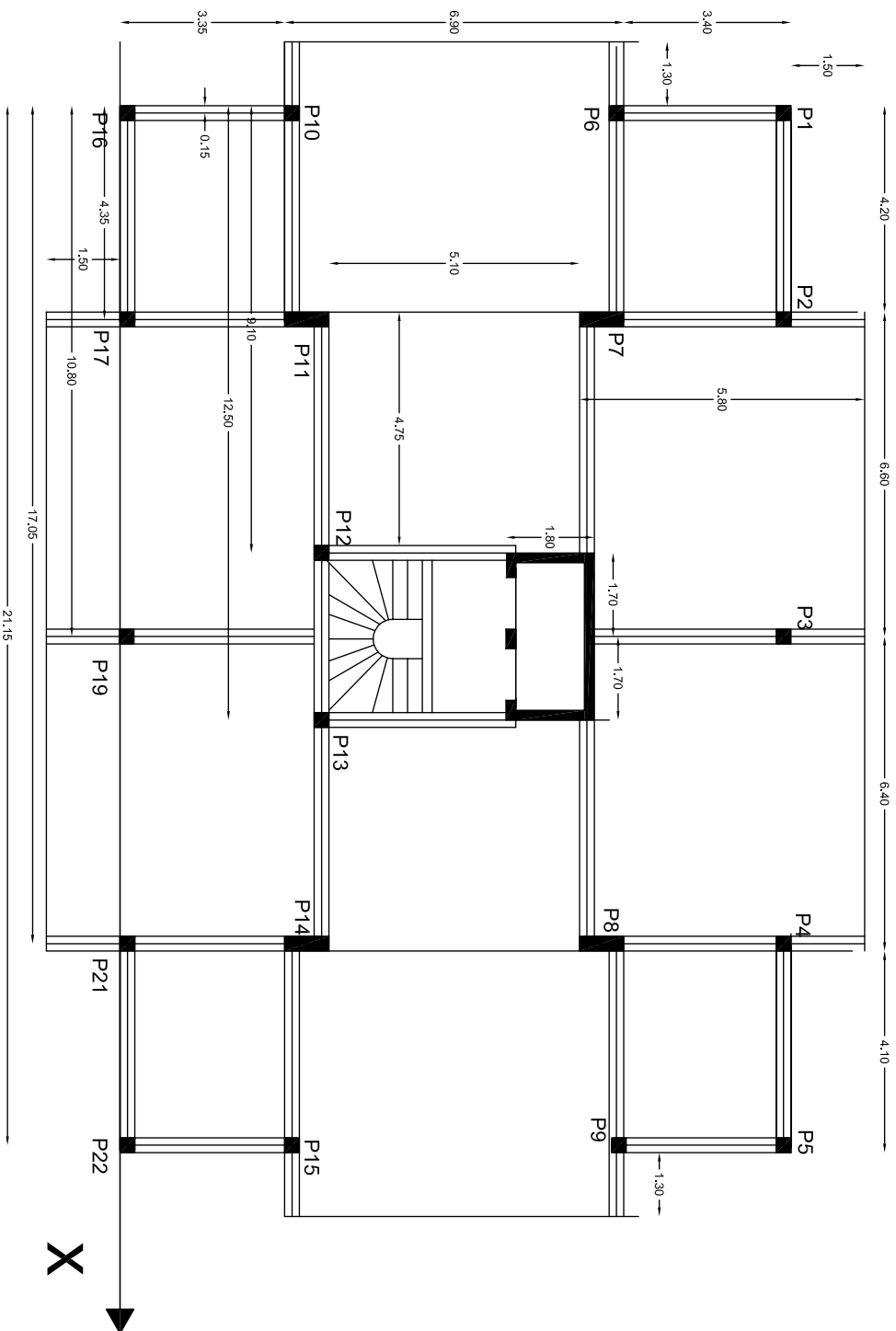
Referencial Eixo X

DESIGNAÇÃO: Planta do 1º e 2º Piso

DESENHO Nº: 6 / 17

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALA: 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Novembro de 1987

OBRA:

Caso nº1 - Edifício Habitacional Ermesinde

ESPECIALIDADE

Estabilidade

LOCAL:

Praceta Rainha Vitória - Ermesinde

Referencial Eixo X

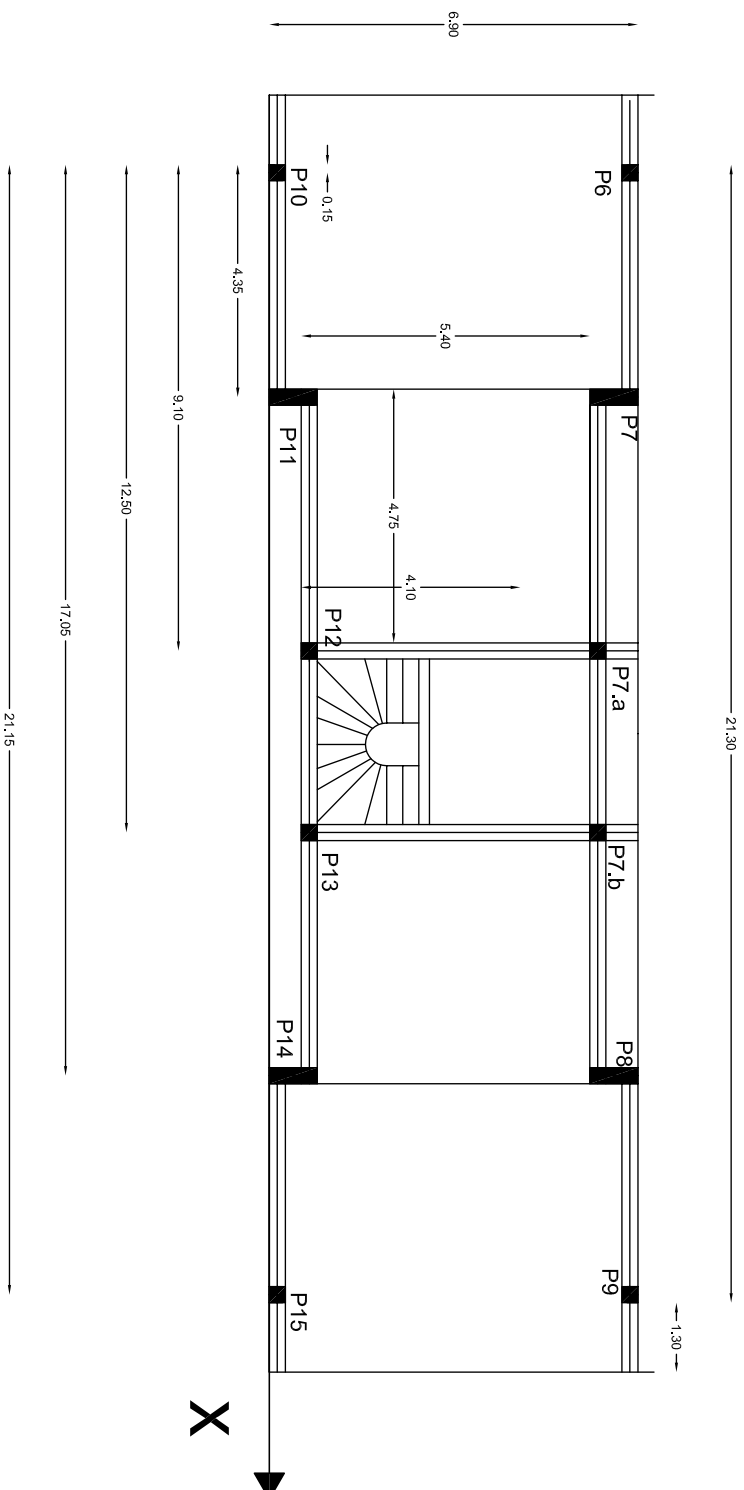
DESIGNAÇÃO:


Planta do 3º ao 6º Piso


DESENHO Nº: 71/17


"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"


Jeniffer Martins





 <p>Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil 2011</p>	ESCALA: esc. 1/100
	<p>DATA DE CONSTRUÇÃO: 26 de Novembro de 1987</p>
OBRA:	ESPECIALIDADE: Estabilidade
LOCAL:	Referencial Eixo X
DENOMINAÇÃO:	DESENHO Nº 8 / 17
<p>"Aviação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"</p> <p>Jeniffer Martins</p>	


 <p>Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil 2011</p>	ESCALA: esc. 1/100
	<p>DATA DE CONSTRUÇÃO: 26 de Novembro de 1987</p>
OBRA:	ESPECIALIDADE: Estabilidade
LOCAL:	Referencial Eixo X
DENOMINAÇÃO:	DESENHO Nº 8 / 17
<p>"Aviação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"</p> <p>Jeniffer Martins</p>	


 <p>Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil 2011</p>	ESCALA: esc. 1/100
	<p>DATA DE CONSTRUÇÃO: 26 de Novembro de 1987</p>
OBRA:	ESPECIALIDADE: Estabilidade
LOCAL:	Referencial Eixo X
DENOMINAÇÃO:	DESENHO Nº 8 / 17
<p>"Aviação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"</p> <p>Jeniffer Martins</p>	


 <p>Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil 2011</p>	ESCALA: esc. 1/100
	<p>DATA DE CONSTRUÇÃO: 26 de Novembro de 1987</p>
OBRA:	ESPECIALIDADE: Estabilidade
LOCAL:	Referencial Eixo X
DENOMINAÇÃO:	DESENHO Nº 8 / 17
<p>"Aviação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"</p> <p>Jeniffer Martins</p>	


 <p>Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil 2011</p>	ESCALA: esc. 1/100
	<p>DATA DE CONSTRUÇÃO: 26 de Novembro de 1987</p>
OBRA:	ESPECIALIDADE: Estabilidade
LOCAL:	Referencial Eixo X
DENOMINAÇÃO:	DESENHO Nº 8 / 17
<p>"Aviação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"</p> <p>Jeniffer Martins</p>	


 <p>Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil 2011</p>	ESCALA: esc. 1/100
	<p>DATA DE CONSTRUÇÃO: 26 de Novembro de 1987</p>
OBRA:	ESPECIALIDADE: Estabilidade
LOCAL:	Referencial Eixo X
DENOMINAÇÃO:	DESENHO Nº 8 / 17
<p>"Aviação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"</p> <p>Jeniffer Martins</p>	


 <p>Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil 2011</p>	ESCALA: esc. 1/100
	<p>DATA DE CONSTRUÇÃO: 26 de Novembro de 1987</p>
OBRA:	ESPECIALIDADE: Estabilidade
LOCAL:	Referencial Eixo X
DENOMINAÇÃO:	DESENHO Nº 8 / 17
<p>"Aviação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"</p> <p>Jeniffer Martins</p>	


 <p>Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil 2011</p>	ESCALA: esc. 1/100
	<p>DATA DE CONSTRUÇÃO: 26 de Novembro de 1987</p>
OBRA:	ESPECIALIDADE: Estabilidade
LOCAL:	Referencial Eixo X
DENOMINAÇÃO:	DESENHO Nº 8 / 17


 <p>Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil 2011</p>	ESCALA: esc. 1/100
	DATA DE CONSTRUÇÃO: 26 de Novembro de 1987
OBRA:	ESPECIALIDADE: Estabilidade
LOCAL:	Referencial Eixo X
DENOMINAÇÃO:	DISEÑO Nº 8/17
<p>"Aviação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"</p> <p>Jeniffer Martins</p>	


 <p>Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil 2011</p>	ESCALA: esc. 1/100
	DATA DE CONSTRUÇÃO: 26 de Novembro de 1987
OBRA:	ESPECIALIDADE: Estabilidade
LOCAL:	Referencial Eixo X
DENOMINAÇÃO:	DISEÑO Nº 8/17
<p>"Aviação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"</p> <p>Jeniffer Martins</p>	


 <p>Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil 2011</p>	ESCALA: esc. 1/100
	DATA DE CONSTRUÇÃO: 26 de Novembro de 1987
OBRA:	ESPECIALIDADE: Estabilidade
LOCAL:	Referencial Eixo X
DENOMINAÇÃO:	DISEÑO Nº 8/17
<p>"Aviação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"</p> <p>Jeniffer Martins</p>	


 <p>Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil 2011</p>	ESCALA: esc. 1/100
	DATA DE CONSTRUÇÃO: 26 de Novembro de 1987
OBRA:	ESPECIALIDADE: Estabilidade
LOCAL:	Referencial Eixo X
DENOMINAÇÃO:	DISEÑO Nº 8/17
<p>"Aviação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"</p> <p>Jeniffer Martins</p>	


 <p>Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil 2011</p>	ESCALA: esc. 1/100
	DATA DE CONSTRUÇÃO: 26 de Novembro de 1987
OBRA:	ESPECIALIDADE: Estabilidade
LOCAL:	Referencial Eixo X
DENOMINAÇÃO:	DISEÑO Nº 8/17
<p>"Aviação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"</p> <p>Jeniffer Martins</p>	


 <p>Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil 2011</p>	ESCALA: esc. 1/100
	DATA DE CONSTRUÇÃO: 26 de Novembro de 1987
OBRA:	ESPECIALIDADE: Estabilidade
LOCAL:	Referencial Eixo X
DENOMINAÇÃO:	DISEÑO Nº 8/17
<p>"Aviação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"</p> <p>Jeniffer Martins</p>	


 <p>Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil 2011</p>	ESCALA: esc. 1/100
	DATA DE CONSTRUÇÃO: 26 de Novembro de 1987
OBRA:	ESPECIALIDADE: Estabilidade
LOCAL:	Referencial Eixo X
DENOMINAÇÃO:	DISEÑO Nº 8/17
<p>"Aviação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"</p> <p>Jeniffer Martins</p>	

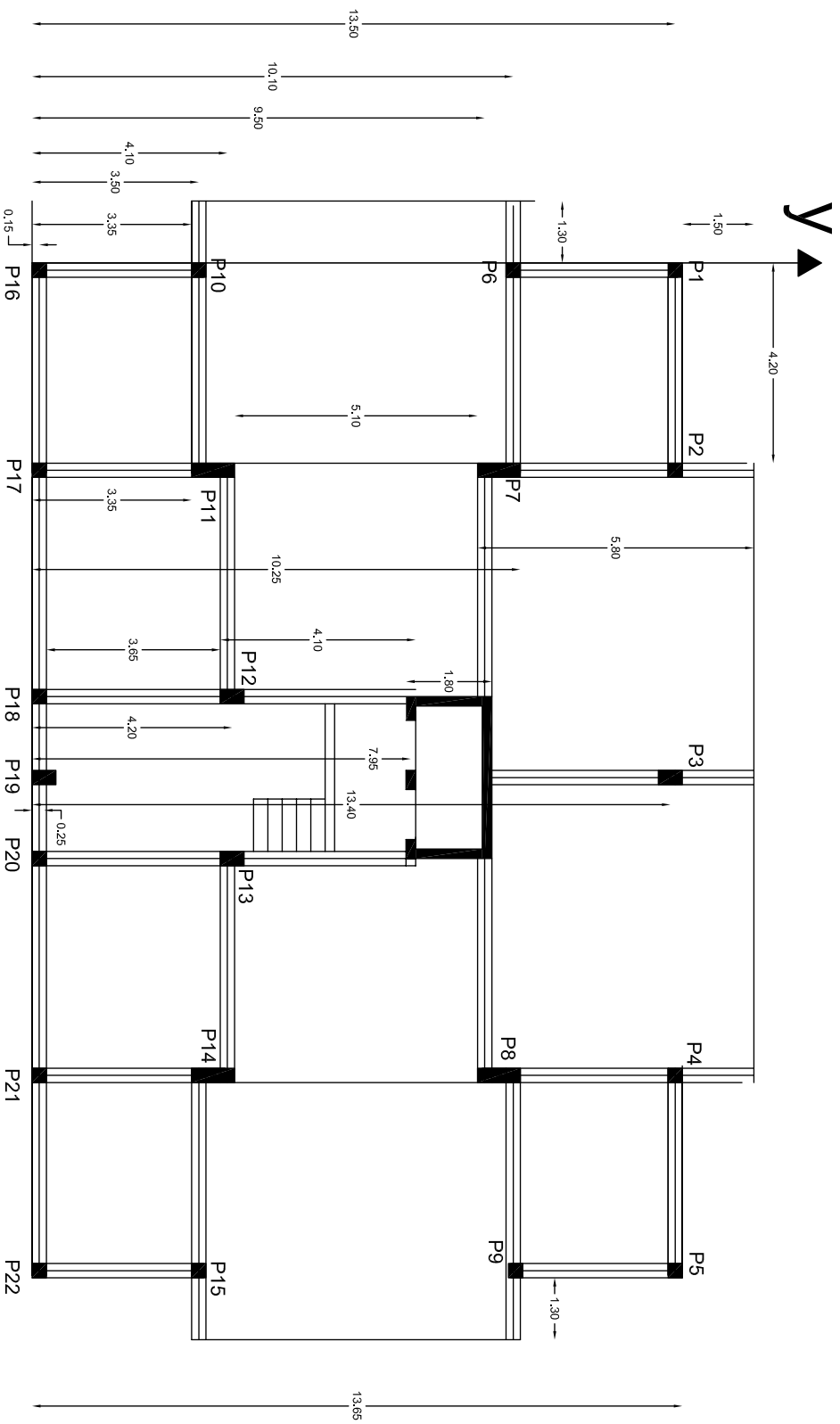
 <p>Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil 2011</p>	ESCALA: esc. 1/100
	DATA DE CONSTRUÇÃO: 26 de Novembro de 1987
OBRA:	ESPECIALIDADE: Estabilidade
LOCAL:	Referencial Eixo X
DENOMINAÇÃO:	DISEÑO Nº 8/17
<p>"Aviação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"</p> <p>Jeniffer Martins</p>	

 <p>Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil 2011</p>	ESCALA: esc. 1/100
	DATA DE CONSTRUÇÃO: 26 de Novembro de 1987
OBRA:	ESPECIALIDADE: Estabilidade
LOCAL:	Referencial Eixo X
DENOMINAÇÃO:	DISEÑO Nº 8/17
<p>"Aviação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"</p> <p>Jeniffer Martins</p>	

 <p>Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil 2011</p>	ESCALA: esc. 1/100
	DATA DE CONSTRUÇÃO: 26 de Novembro de 1987
OBRA:	ESPECIALIDADE: Estabilidade
LOCAL:	Referencial Eixo X
DENOMINAÇÃO:	DISEÑO Nº 8/17
"Aviação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês" Jennifer Martins	

 <p>Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil 2011</p>	ESCALA: esc. 1/100
	DATA DE CONSTRUÇÃO: 26 de Novembro de 1987
OBRA:	ESPECIALIDADE: Estabilidade
LOCAL:	Referencial Eixo X
DENOMINAÇÃO:	DISEÑO Nº 8/17
"Aviação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês" Jennifer Martins	

 <p>Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil 2011</p>	ESCALA: esc. 1/100
	DATA DE CONSTRUÇÃO: 26 de Novembro de 1987
OBRA:	ESPECIALIDADE: Estabilidade
LOCAL:	Referencial Eixo X
DENOMINAÇÃO:	DISEÑO Nº 8 / 17



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALA: 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Novembro de 1987

OBRA:

Caso nº1 - Edifício Habitacional Emesinde

ESPECIALIDADE

Estabilidade

LOCAL:

Praceta Rainha Vitória - Emesinde

Referencial Eixo Y

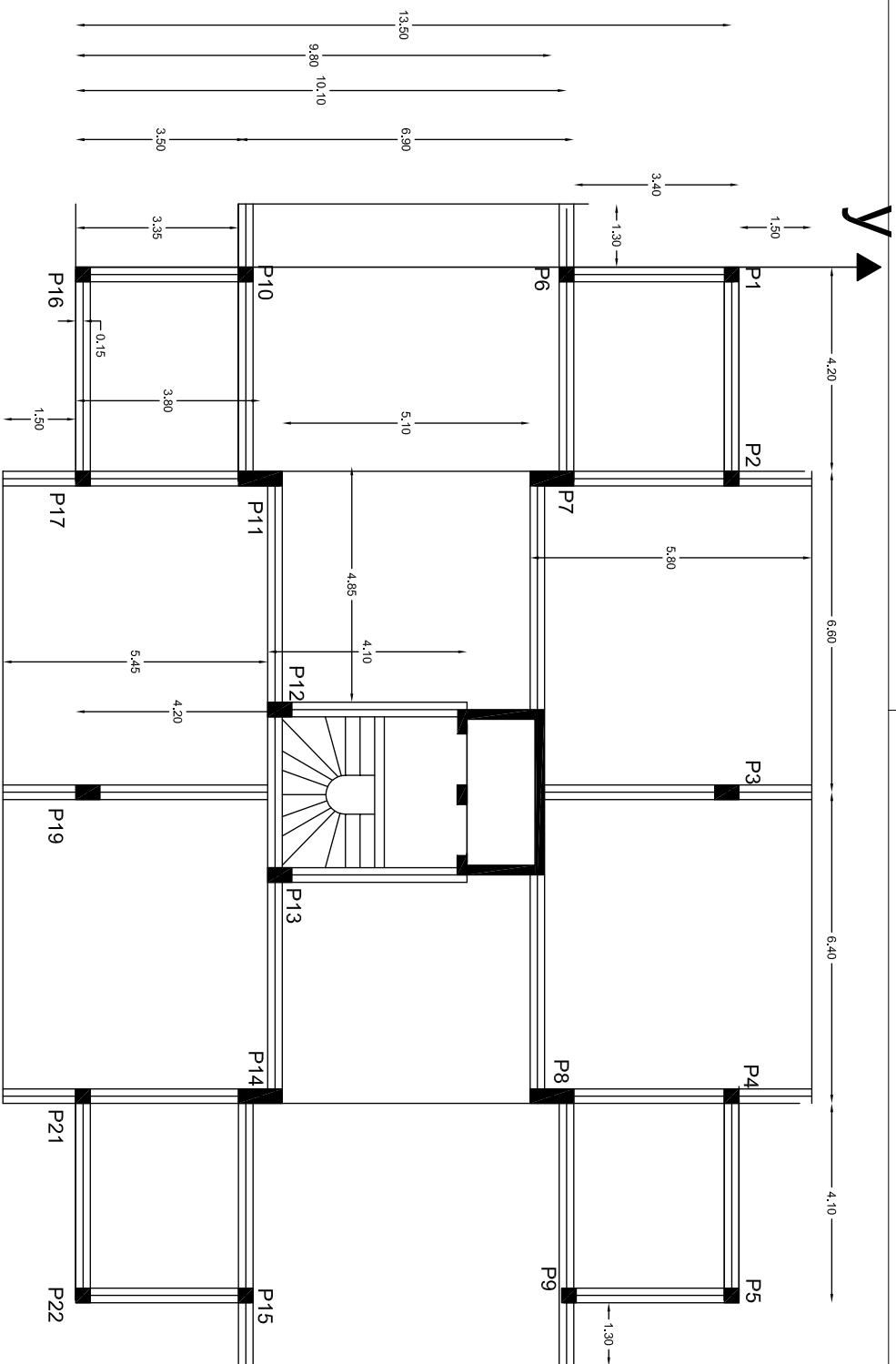
DESIGNAÇÃO:

Planta do Rés-do-Chão

DESENHO Nº: 9/ 17

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALA: 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:
26 de Novembro de 1987

ESPECIALIDADE:
Estabilidade

Referencial Eixo Y

DESENHO Nº: 10 / 17

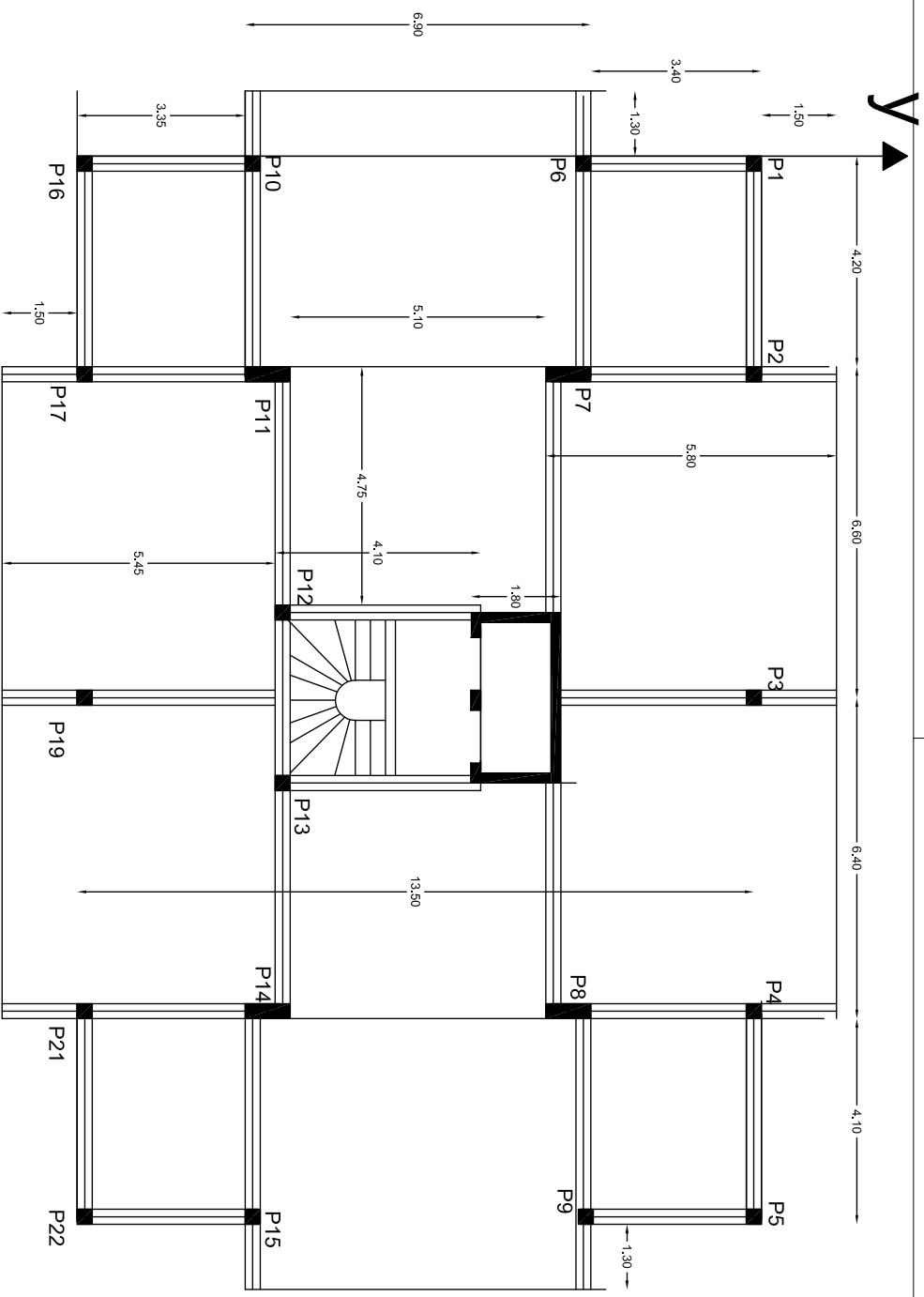
OBRA:
Caso nº1 - Edifício Habitacional Emesinde

LOCAL:
Praceta Rainha Vitória - Emesinde

DESIGNAÇÃO:
Planta do 1º e 2º Piso

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALA: esc. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:
26 de Novembro de 1987

OBRA:
Caso nº1 - Edifício Habitacional Ermesinde

ESPECIALIDADE
Estabilidade

LOCAL:
Praceta Rainha Vitória - Ermesinde

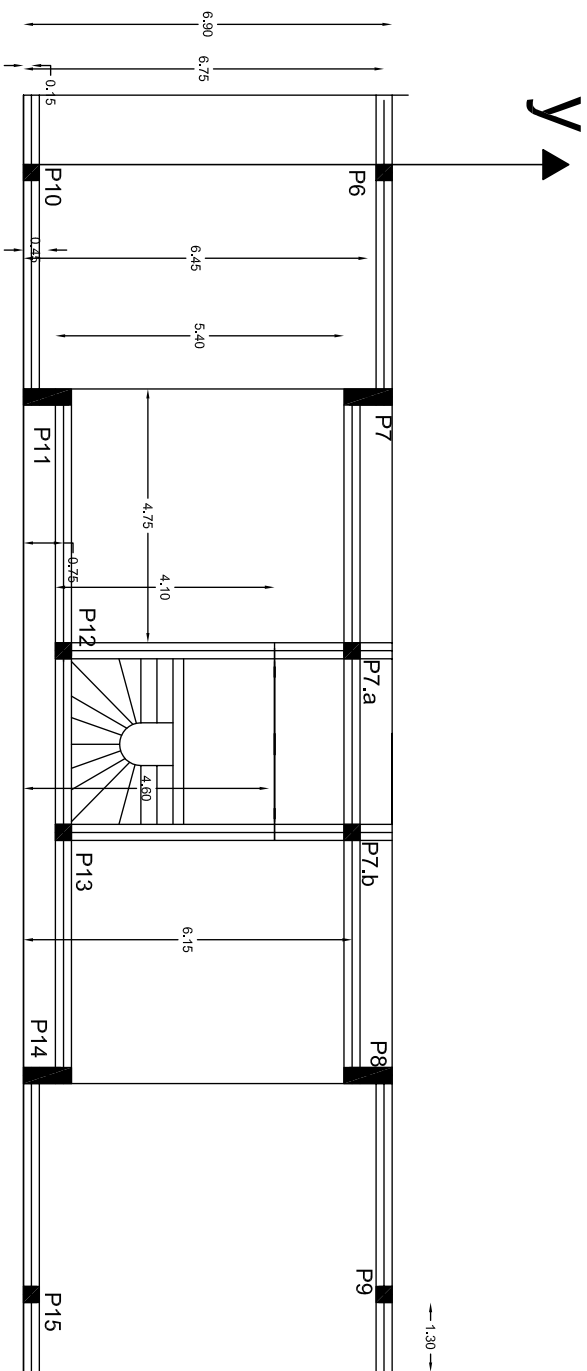
Referencial Eixo Y

DESIGNAÇÃO:
Planta do 3º e 6º Piso

DESENHO Nº: 11 / 17

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: ESC. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:
26 de Novembro de 1987

OBRA:

Caso nº1 - Edifício Habitacional Ermesinde

ESPECIALIDADE
Estabilidade

LOCAL:

Praceta Rainha Vitória - Ermesinde

Referencial Eixo X

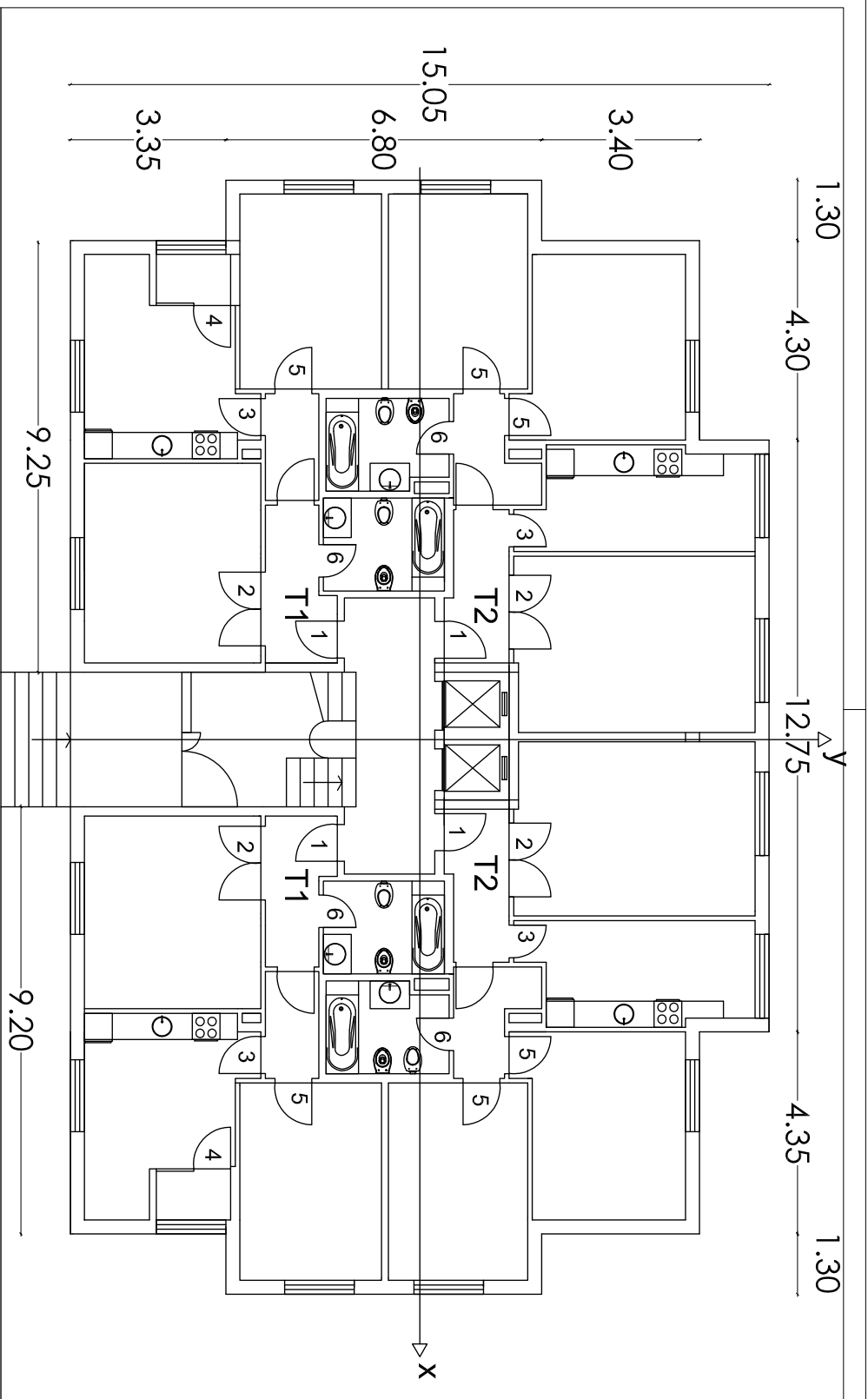
DESIGNAÇÃO:

Planta dos Duplexes

DESENHO Nº: 12/17

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALA: esc. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Novembro de 1987

OBRA:

Caso nº1 - Edifício Habitacional Emesinde

ESPECIALIDADE

Arquitectura

LOCAL:

Praceta Rainha Vitória - Emesinde

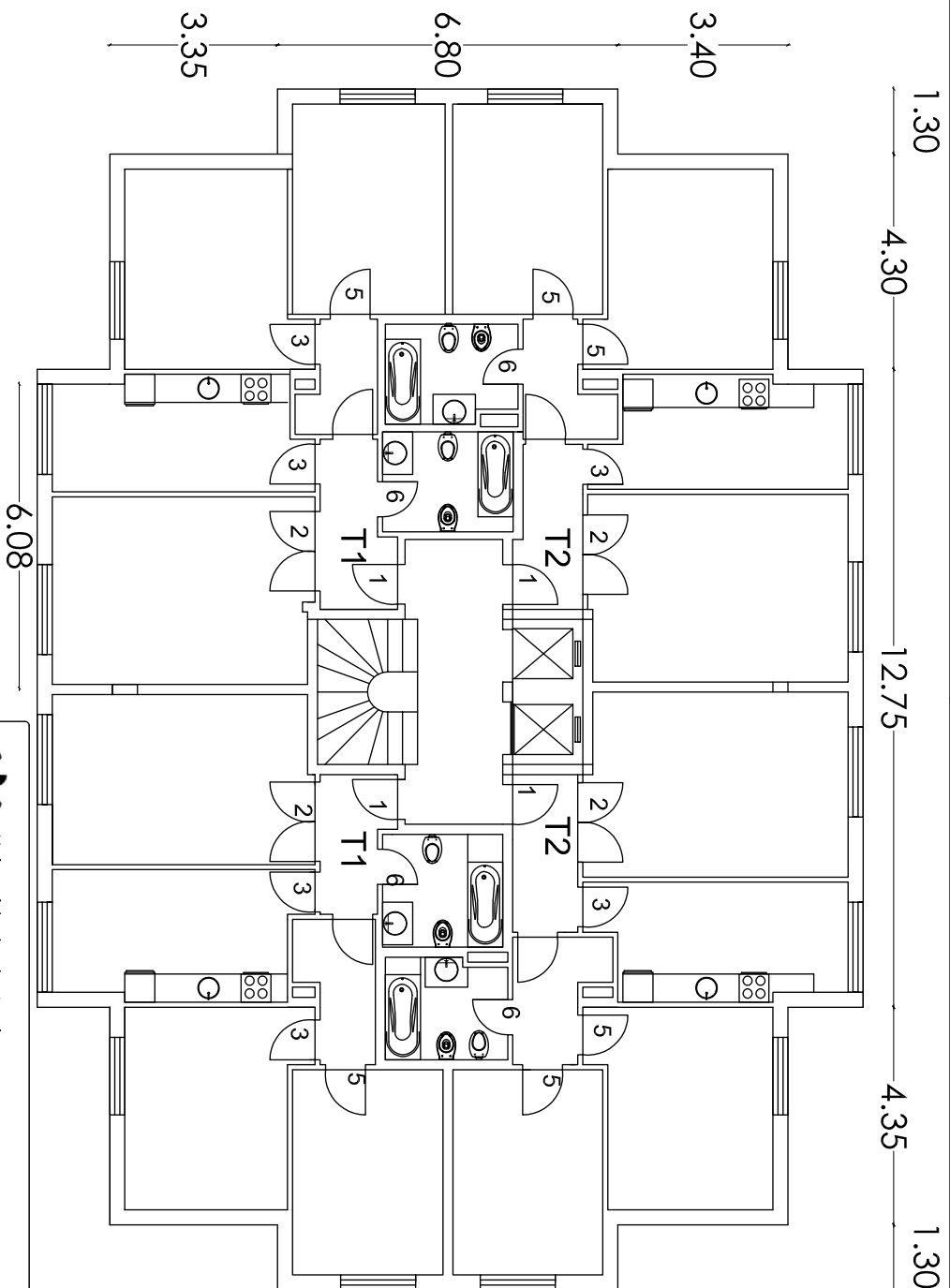
DESIGNAÇÃO:

Planta do Rés-do-Chão

DESENHO Nº: 13 / 17

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALA: esc. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Novembro de 1987

OBRA:

Caso nº1 - Edifício Habitacional Emesinde

ESPECIALIDADE

Arquitectura

LOCAL:

Praceta Rainha Vitória - Emesinde

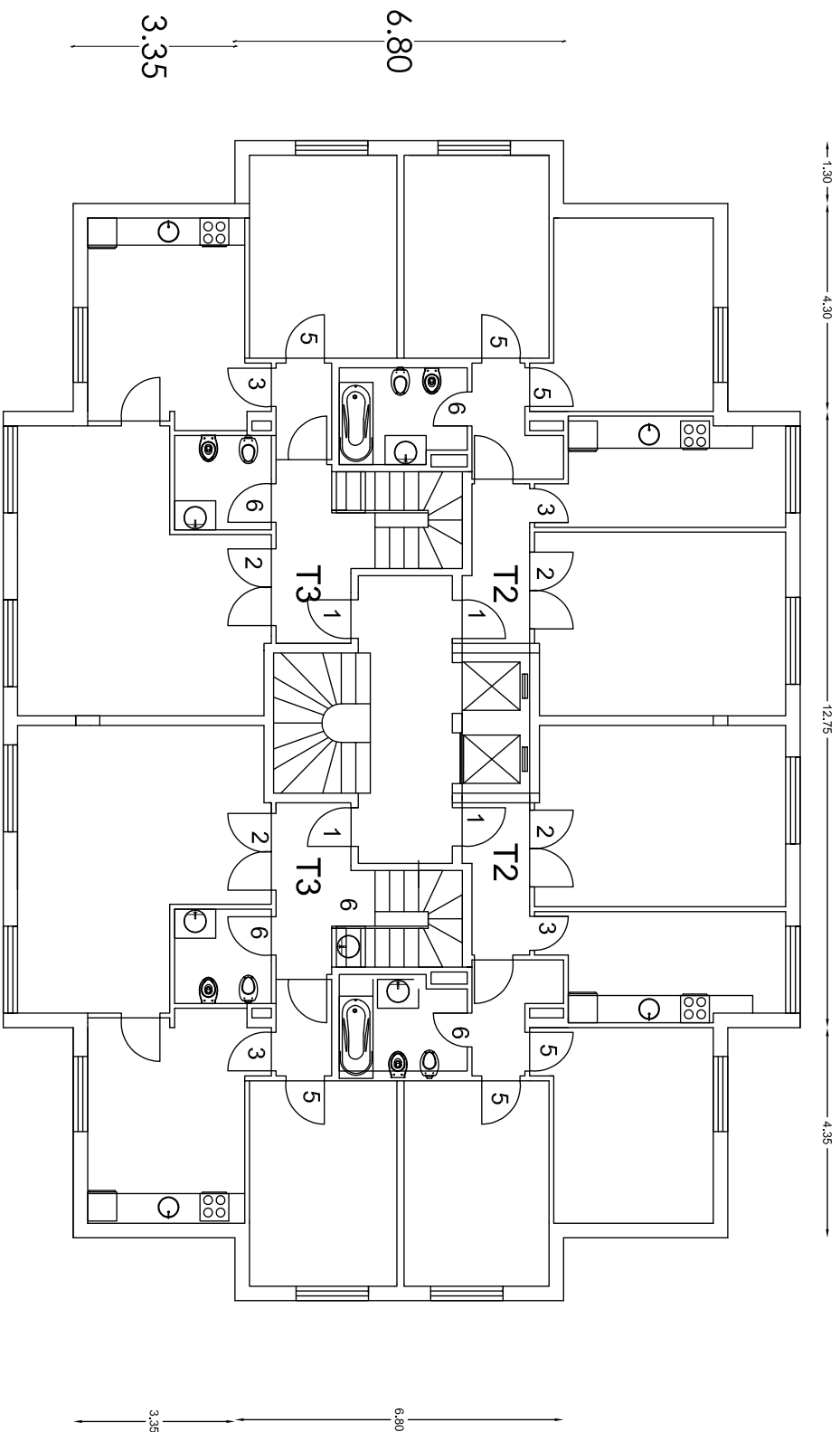
DESIGNAÇÃO:

Planta do 1º ao 5º Piso

DESENHO Nº: 14 / 17

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALA: 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Novembro de 1987

OBRA:

Caso nº1 - Edifício Habitacional Emesinde

ESPECIALIDADE

Arquitectura

LOCAL:

Praceta Rainha Vitória - Emesinde

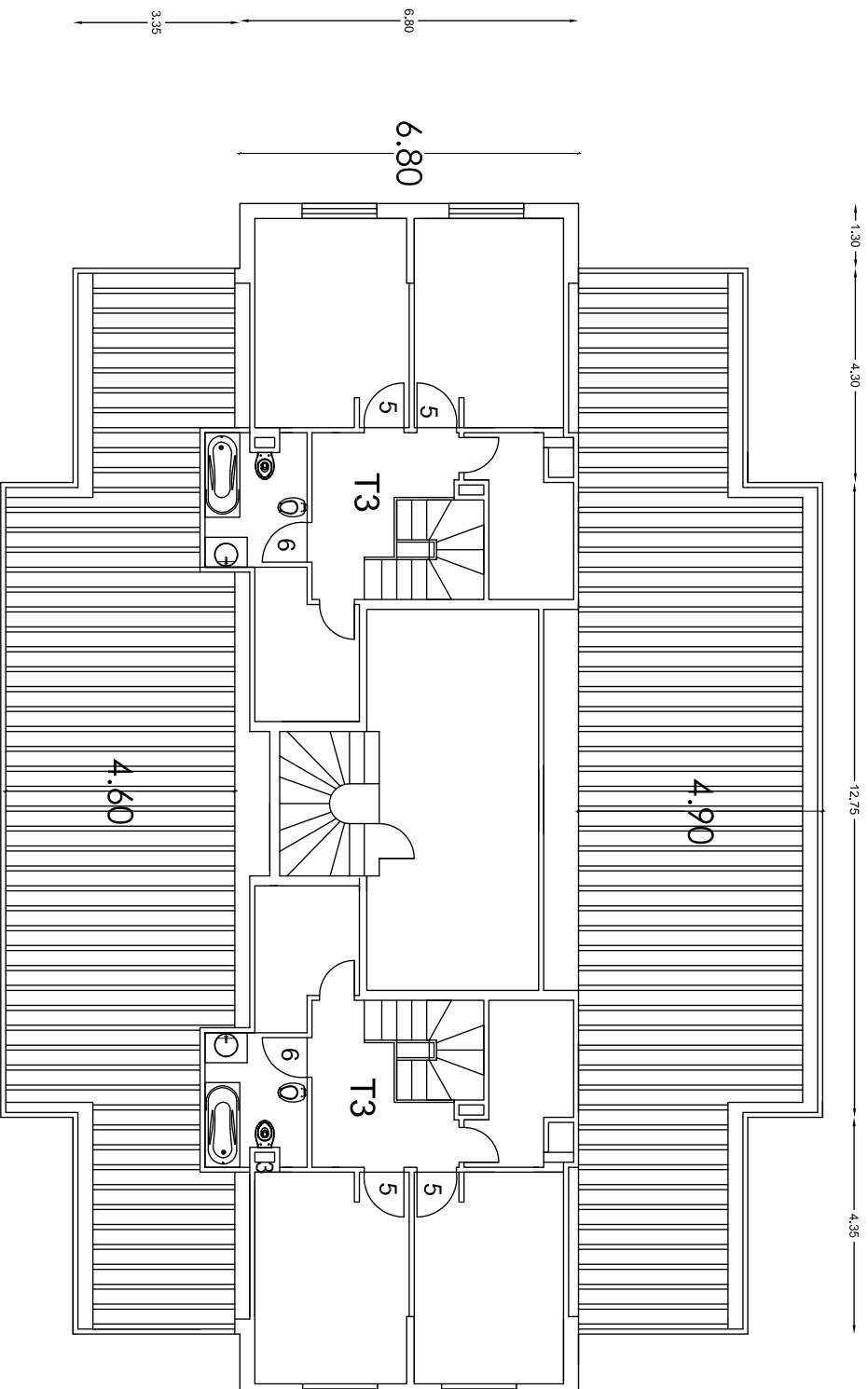
DESIGNAÇÃO:

Planta do 6º Piso

DESENHO Nº: 15/17

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Planta do duplex



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALA: esc. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Novembro de 1987

OBRA:

Caso nº1 - Edifício Habitacional Emesinde

ESPECIALIDADE

Arquitectura

LOCAL:

Praceta Rainha Vitória - Emesinde

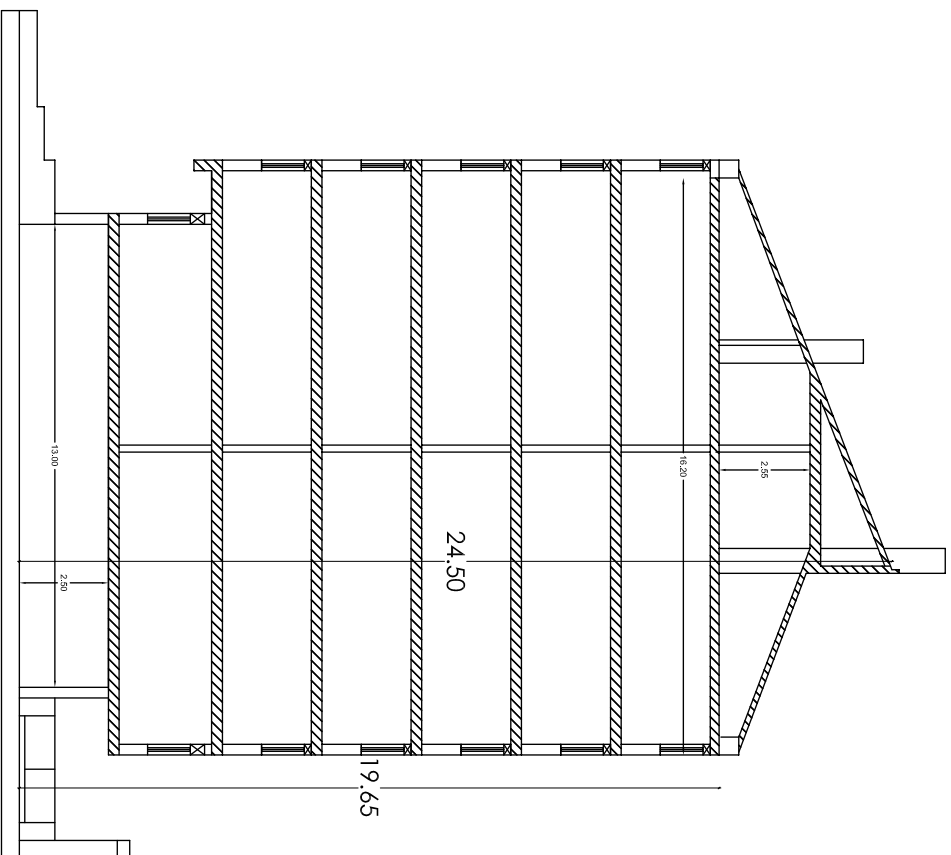
DESIGNAÇÃO:

Planta dos Duplexes

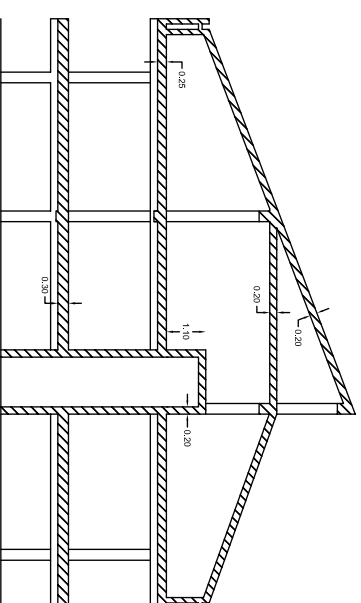
DESENHO Nº: 16 / 17

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Corte 2-2



Corte 1-1



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALA: 1/150

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Novembro de 1987

OBRA:

Caso nº1 - Edifício Habitacional Ermesinde

ESPECIALIDADE

Arquitectura

LOCAL:

Praceta Rainha Vitória - Ermesinde

DESIGNAÇÃO:

Cofres

DESENHO Nº: 17 / 17

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins

Preencha todos os espaços a cinza claro

Elementos

Técnico

Membro da N° Data 2011

DADOS DE EDIFÍCIO EM AVALIAÇÃO

Dados Gerais

Edifício Caso 1_Edifício Habitacional

Concelho Maia (Porto) Distritos Porto

Local Praceta Rainha Vitória - Ermesinde

N° de Pisos 7 Data 30-12-2010

Identificação do Projecto

Tipo de Edifício Habitacional Área útil (m²)

Utilização do Edifício Residencial Permanente Pé direito médio ponderado 2,52143

Tipologia do edifício Diversas Tipologias Altura do Edificado [m] 24,7

Ano de Construção 1987 Período de Vida do Edificado 24

DIMENSÕES EM PLANTA

x - Comprimento [m] 23,9 y - Largura [m] 16,65

Zonamento Sísmico

Zonamento sísmico *Acção Tipo I* 1.6 *Acção Tipo II* 2.5 Caracterização Construtiva Betão Armado

Tipo de Solo A Ductilidade do Edifício DCM - Média Ductilidade

Valor de Coeficiente ψ_2 0,3

Identificação dos Materiais Aplicados

PISOS	BETÃO	f_{cd} [MPa]	f_{ctd} [MPa]	β_c	AÇO	f_{syd} [MPa]
1	C20/25	13,3	1,07	0,665	A 400	348
2	C20/25	13,3	1,07	0,665	A 400	348
3	C20/25	13,3	1,07	0,665	A 400	348
4	C20/25	13,3	1,07	0,665	A 400	348
5	C20/25	13,3	1,07	0,665	A 400	348
6	C20/25	13,3	1,07	0,665	A 400	348
7	C20/25	13,3	1,07	0,665	A 400	348
8	C20/25	13,3	1,07	0,665	A 400	348

1º NÍVEL - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico, em X's**CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES****1 - Cálculo do Sub-Índice E_0** **Factores de Redução de Capacidade Sísmica**

PISO	φ	C_{sc}	C_c	C_{mar}	F	E_0
1	1,0000	0,0000	0,0955	0,0619	1,0000	0,1287
2	0,8889	0,0000	0,1039	0,0708	1,0000	0,1276
3	0,8000	0,0000	0,1227	0,0836	1,0000	0,1356
4	0,7273	0,0000	0,1285	0,1021	1,0000	0,1397
5	0,6667	0,0000	0,1650	0,1312	1,0000	0,1644
6	0,6154	0,0000	0,2497	0,1832	1,0000	0,2203
7	0,5714	0,0000	0,4140	0,3038	1,0000	0,3392
8	0,5333	0,0000	0,8478	0,0000	1,0000	0,3165

Tipo de Rotura	B
α_1	0
α_2	1
α_3	0,7

2 - Cálculo do Sub-Índice S_D

Items (qi)		Variáveis	Gi	R _{fi}	q...
a). Regularidade	a	a1	1	1,00	1
b). Relação Comprimento - largura	B	1,44	1	0,50	1
c). Saliência / expansão	c	0,00	0,8	0,50	0,9
d). Contração em Planta	d	1,00	0,9	0,50	0,95
e). Átrio ou pátio Interior	R _{ap}	0,00	0,8	0,50	0,9
f). Excentricidade do átrio ou pátio Interior	f ₁	0,00	0,9	0,30	0,97
	f ₂	0,00	0,9		1
h). Pisos Enterrados	R _{as}	0,00	1	1,00	1,2
i). Uniformidade da altura do Andar	R _u	1,00	1	0,50	1
j). Presença de Pilotis		Não Tem	1	0,50	1

3 - Cálculo do Sub-Índice T

Item a Verificar	Intensidade	Assinala com uma X, as condições que se verificam	Valor do Índice T
Deformação Permanente	Inclinação do edifício devido a assentamento diferencial		1
	Edifício Construído sobre zona de aterro artificial		
	Deformação visível de vigas ou pilares		
	Não apresenta indícios de deformação	x	
Fendas nas Paredes ou Pilares	Infiltração com visível corrosão das armaduras		1
	Fendas inclinadas observadas nos pilares		
	Forte fendilhação nas paredes exteriores		
	Infiltração sem aparente corrosão das armaduras		
	Nenhum dos casos anteriores	x	
Incêndios	Sofreu e não foi reparado		1
	Sofreu mas foi reparado		
	Não sofreu	x	
Ocupação	Armazena produtos químicos		1
	Não armazena produtos perigosos	x	
Período de Vida	Igual ou superior a 30 anos		0,9
	Igual ou superior a 20 anos	x	
	Inferior a 19 Anos		
Acabamentos	Danos significativos nas camadas externas do revestimento		1
	Danos significativos nas camadas internas do revestimento		
	Sem problemas	x	

4 - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico

PISO	E_0	S_D	T	I_s
1	0,1287	0,8957	0,9000	0,1037
2	0,1276			0,1029
3	0,1356			0,1093
4	0,1397			0,1126
5	0,1644			0,1326
6	0,2203			0,1776
7	0,3392			0,2734
8	0,3165			0,2551

1º NÍVEL - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais, em X's

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais

PISO	f	t	B	H	I_N
1	0,5	1	1	1	0
2	0,5	1	1	1	0
3	0,5	1	1	1	0
4	0,5	1	1	1	0
5	0,5	1	1	1	0
6	0,5	1	1	1	0
7	0,5	1	1	1	0
8	0,5	1	1	1	0

2 - Cálculo do Sub-Índice de Flexibilidade, f

Assinalar a opção com X

PISO	ESTRUTURA		Flexibilidade da Estrutura (G_s)		f	
			Rígida	Fléxivel		
			I	II		
1	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I	X	0,5	0,5
		Fléxivel	II		0	
2	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I	X	0,5	0,5
		Fléxivel	II		0	
3	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I	X	0,5	0,5
		Fléxivel	II		0	
4	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I	X	0,5	0,5
		Fléxivel	II		0	
5	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I	X	0,5	0,5
		Fléxivel	II		0	
6	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I	X	0,5	0,5
		Fléxivel	II		0	
7	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I	X	0,5	0,5
		Fléxivel	II		0	
8	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I	X	0,5	0,5
		Fléxivel	II		0	
0	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I		0	0
		Fléxivel	II		0	

3 - Cálculo do Sub-Índice do Estado Actual, t

PISO	ESTADO DA ESTRUTURA		<i>t</i>
	Ocorrência de Danos		
	Existe ou é Desconhecido	Não Existe	
1	X		1
2	X		1
3	X		1
4	X		1
5	X		1
6	X		1
7	X		1
8	X		1
0			0

4 - Cálculo do Sub-Índice do Grau de Influência, H

Assinalar a opção com X

PISO	ESTRUTURA		Situação		H	
			Existe	Não existe		
1	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)	X		1	1
		Outros			0	
2	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)	X		1	1
		Outros			0	
3	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)	X		1	1
		Outros			0	
4	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)	X		1	1
		Outros			0	
5	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)	X		1	1
		Outros			0	
6	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)	X		1	1
		Outros			0	
7	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)	X		1	1
		Outros			0	
8	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)	X		1	1
		Outros			0	
0	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)			0	0
		Outros			0	

1ª NÍVEL - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico, em Y's**CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES****1 - Cálculo do Sub-Índice E_0** **Factores de Redução de Capacidade Sísmica**

PISO	φ	C_{sc}	C_c	C_{mar}	F	E_0
1	1,0000	0,0000	0,0767	0,0619	1,0000	0,1155
2	0,8889	0,0000	0,0979	0,0708	1,0000	0,1239
3	0,8000	0,0000	0,1093	0,0836	1,0000	0,1281
4	0,7273	0,0000	0,1309	0,1021	1,0000	0,1409
5	0,6667	0,0000	0,1516	0,1312	1,0000	0,1582
6	0,6154	0,0000	0,2395	0,1832	1,0000	0,2159
7	0,5714	0,0000	0,3382	0,3038	1,0000	0,3089
8	0,5333	0,0000	0,6744	0,0000	1,0000	0,2518
0						

Tipo de Rotura	B
α_1	0
α_2	1
α_3	0,7

2 - Cálculo do Sub-Índice S_D

Items (q_i)		Variáveis	G_i	R_{ji}	$q_{...}$
a). Regularidade	a	a1	1	1,00	1
b). Relação Comprimento - largura	B	1,44	1	0,50	1
c). Saliência / expansão	c	0,00	0,8	0,50	0,9
d). Contração em Planta	d	1,00	0,9	0,50	0,95
e). Átrio ou pátio Interior	R_{ap}	0,00	0,8	0,50	0,9
f). Excentricidade do átrio ou pátio Interior	f_1	0,00	0,9	0,30	0,97
	f_2	0,00	0,9		1
h). Pisos Enterrados	R_{as}	0,00	1	1,00	1,2
i). Uniformidade da altura do Andar	R_h	1,00	1	0,50	1
j). Presença de Pilotis		Não Tem	1	0,50	1

3 - Cálculo do Sub-Índice T

Item a Verificar	Intensidade	Assinala com uma X, as condições que se verificam	Valor do Índice T
Deformação Permanente	Inclinação do edifício devido a assentamento diferencial		1
	Edifício Construído sobre zona de aterro artificial		
	Deformação visível de vigas ou pilares		
	Não apresenta indícios de deformação	x	
Fendas nas Paredes ou Pilares	Infiltração com visível corrosão das armaduras		1
	Fendas inclinadas observadas nos pilares		
	Forte fendilhação nas paredes exteriores		
	Infiltração sem aparente corrosão das armaduras		
	Nenhum dos casos anteriores	x	
Incêndios	Sofreu e não foi reparado		1
	Sofreu mas foi reparado		
	Não sofreu	x	
Ocupação	Armazena produtos químicos		1
	Não armazena produtos perigosos	x	
Período de Vida	Igual ou superior a 30 anos		0,9
	Igual ou superior a 20 anos	x	
	Inferior a 19 Anos		
Acabamentos	Danos significativos nas camadas externas do revestimento		1
	Danos significativos nas camadas internas do revestimento		
	Sem problemas	x	

4 - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico

PISO	E_0	S_D	T	I_s
1	0,1155	0,8957	0,9000	0,0931
2	0,1239			0,0999
3	0,1281			0,1033
4	0,1409			0,1136
5	0,1582			0,1275
6	0,2159			0,1741
7	0,3089			0,2490
8	0,2518			0,2030

1º NÍVEL - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais , em Y's

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais

PISO	f	t	B	H	I_N
1	0,5	1	1	1	0
2	0,5	1	1	1	0
3	0,5	1	1	1	0
4	0,5	1	1	1	0
5	0,5	1	1	1	0
6	0,5	1	1	1	0
7	0,5	1	1	1	0
8	0,5	1	1	1	0
	0	0	0	0	

2 - Cálculo do Sub-Índice de Flexibilidade, f

Assinalar a opção com X

PISO	ESTRUTURA	Flexibilidade da Estrutura (G_S)				f	
		Rígida	Fléxivel				
		I	II				
1	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I		X	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0	
2	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I		X	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0	
3	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I		X	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0	
4	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I		X	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0	
5	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I		X	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0	
6	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I		X	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0	
7	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I		X	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0	
8	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I		X	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0	
0	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I			0	0
		Fléxivel	II			0	

3 - Cálculo do Sub-Índice do Estado Actual, t

PISO	ESTADO DA ESTRUTURA		t
	Ocorrência de Danos		
	Existe ou é Desconhecido	Não Existe	
1	X		1
2	X		1
3	X		1
4	X		1
5	X		1
6	X		1
7	X		1
8	X		1
0			0

4 - Cálculo do Sub-Índice do Grau de Influência, H

Assinalar a opção com X

PISO	ESTRUTURA		Situação		H	
			Existe	Não existe		
1	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)	X		1	1
		Outros			0	
2	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)	X		1	1
		Outros			0	
3	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)	X		1	1
		Outros			0	
4	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)	X		1	1
		Outros			0	
5	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)	X		1	1
		Outros			0	
6	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)	X		1	1
		Outros			0	
7	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)	X		1	1
		Outros			0	
8	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)	X		1	1
		Outros			0	
0	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)			0	0
		Outros			0	

2º NÍVEL - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico, em Y's

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Sub-Índice E_0

PISO	φ	C_{sc}	C_c	C_{mur}	F	E_1	E_2	E_3	1º Modo de Rotura	2º Modo de Rotura	E_0
									E_{01}	E_{02}	
1	1,0000	0,0000	0,0767	0,0619	1,0000	0,0000	0,0767	0,0619	0,1155	0,0767	0,1155
2	0,8889	0,0000	0,0979	0,0708	1,0000	0,0000	0,0979	0,0708	0,1239	0,0871	0,1239
3	0,8000	0,0000	0,1093	0,0836	1,0000	0,0000	0,1093	0,0836	0,1281	0,0875	0,1281
4	0,7273	0,0000	0,1309	0,1021	1,0000	0,0000	0,1309	0,1021	0,1409	0,0952	0,1409
5	0,6667	0,0000	0,1516	0,1312	1,0000	0,0000	0,1516	0,1312	0,1582	0,1010	0,1582
6	0,6154	0,0000	0,2395	0,1832	1,0000	0,0000	0,2395	0,1832	0,2159	0,1474	0,2159
7	0,5714	0,0000	0,3382	0,3038	1,0000	0,0000	0,3382	0,3038	0,3089	0,1933	0,3089
8	0,5333	0,0000	0,6744	0,0000	1,0000	0,0000	0,6744	0,0000	0,2518	0,3597	0,3597

Tipo de Rotura 1 **B**

α_1 α_2 α_3

Tipo de Rotura 2 **C**

α_1 α_2 α_3

2 - Cálculo do Sub-Índice S_D

Piso	Items (q_i)		Variáveis	G_i	$R2_i$	$q_{...}$
1	l). Excentricidade entre C_g e C_r	1	0,01	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,93	0,9	1,00	0,9
2	l). Excentricidade entre C_g e C_r	1	0,00	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,98	0,9	1,00	0,9
3	l). Excentricidade entre C_g e C_r	1	-0,04	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,90	0,9	1,00	0,9
4	l). Excentricidade entre C_g e C_r	1	-0,04	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,96	0,9	1,00	0,9
5	l). Excentricidade entre C_g e C_r	1	-0,04	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,97	0	1,00	0
6	l). Excentricidade entre C_g e C_r	1	-0,04	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,83	0	1,00	0
7	l). Excentricidade entre C_g e C_r	1	0,00	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,00	0,8	1,00	0,8
8	l). Excentricidade entre C_g e C_r	1	-0,04	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,68	0,9	1,00	0,9
	l). Excentricidade entre C_g e C_r	1				
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m				

$S_D = a, b, c, d, e, f, h, i, j = 0,896$

3 - Cálculo do Sub-Índice T

Piso	Elementos Estruturais	Grau	FISSURAS E DEFORMAÇÕES ESTRUTURAIS			DETERIORAÇÃO E INATIVIDADE ESTRUTURAL			Ti
			A	B	C	A	B	C	
1	Laje	N<1/9							0,988
	Viga				0,0000				
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050		
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0	
	Total	P _s =	0,017			P _t =	0,005		
2	Laje	N<1/9							0,988
	Viga				0,0000				
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050		
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0	
	Total	P _s =	0,017			P _t =	0,005		
3	Laje	N<1/9							0,988
	Viga				0,0000				
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050		
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0	
	Total	P _s =	0,017			P _t =	0,005		
4	Laje	N<1/9							0,988
	Viga				0,0000				
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050		
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0	
	Total	P _s =	0,017			P _t =	0,005		
5	Laje	N<1/9							0,988
	Viga				0,0000				
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050		
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0	
	Total	P _s =	0,017			P _t =	0,005		
6	Laje	N<1/9							0,988
	Viga				0,0000				
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050		
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0	
	Total	P _s =	0,017			P _t =	0,005		
7	Laje	N<1/9							0,988
	Viga				0,0000				
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050		
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0	
	Total	P _s =	0,017			P _t =	0,005		
8	Laje	N<1/9							0,988
	Viga				0,0000				
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050		
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0	
	Total	P _s =	0,017			P _t =	0,005		
0	Laje								1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares								
	Sub-Total		0	0	0	0	0	0	
	Total	P _s =	0			P _t =	0		

4 - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico

PISO	E ₀	S _D	T	I _s
1	0,1155	0,8061	0,9879	0,0920
2	0,1239	0,8061	0,9879	0,0987
3	0,1281	0,8061	0,9879	0,1021
4	0,1409	0,8061	0,9879	0,1123
5	0,1582	0,8061	0,9879	0,1260
6	0,2159	0,8061	0,9879	0,1720
7	0,3089	0,8061	0,9879	0,2460
8	0,3597	0,8061	0,9879	0,2864

2º NÍVEL - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais, em Y's

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais

PISO	B _j	h _j	W _j	H _j	L _j	ΣL _j	ΣB _j *W _j *H _j *	I _N
1	0,650	2,500	0,857	0,500	6,900	30,100	1,922	0,064
2	0,650	2,600	0,871	1,000	6,900	30,100	3,908	0,130
3	0,650	2,600	0,871	1,000	6,900	30,100	3,908	0,130
4	0,650	2,600	0,871	1,000	6,900	30,100	3,908	0,130
5	0,650	2,600	0,871	1,000	6,900	30,100	3,908	0,130
6	0,650	2,600	0,871	1,000	6,900	30,100	3,908	0,130
7	0,650	2,600	0,871	1,000	6,900	6,800	3,908	0,575
8	0,650	2,600	0,871	1,000	6,900	6,800	3,908	0,575
							0	

2 - Cálculo do Sub-Índice de Flexibilidade

PISO	Historial de Danos Sofridos	Anos que passaram				t	f	B
		g _y						
		1	2	3				
1	g _H	1			0	0,5	0,3	0,65
		2		X	0,5			
		3			0			
2	g _H	1			0	0,5	0,3	0,65
		2		X	0,5			
		3			0			
3	g _H	1			0	0,5	0,3	0,65
		2		X	0,5			
		3			0			
4	g _H	1			0	0,5	0,3	0,65
		2		X	0,5			
		3			0			
5	g _H	1			0	0,5	0,3	0,65
		2		X	0,5			
		3			0			
6	g _H	1			0	0,5	0,3	0,65
		2		X	0,5			
		3			0			
7	g _H	1			0	0,5	0,3	0,65
		2		X	0,5			
		3			0			
8	g _H	1			0	0,5	0,3	0,65
		2		X	0,5			
		3			0			
0	g _H	1			0	0		0
		2			0			
		3			0			

3 - Cálculo do Sub-Índice Ambiental, e

PISO	Tipo de Ambiente	Assinala com uma X, as condições que se verificam	Sub-índice e
1	Rua Pública,	X	1
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
2	Rua Pública,	X	1
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
3	Rua Pública,	X	1
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
4	Rua Pública,	X	1
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
5	Rua Pública,	X	1
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
6	Rua Pública,	X	1
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
7	Rua Pública,	X	1
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
8	Rua Pública,	X	1
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
0	Rua Pública,		0
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0

4 - Cálculo do Sub-Índice de Detenção de Quedas, c

PISO	Condição de Supressão	Assinala com uma X, as condições que se verificam	Sub-índice c	
1	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	0,5
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas	X	0,5	
	Outros		0	
2	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
3	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
4	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
5	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
6	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
7	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
8	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
0	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	0
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros		0	

2º NÍVEL - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico, em X's

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Sub-Índice E_0

PISO	φ	C_{sc}	C_c	C_{max}	F	E_1	E_2	E_3	1º Modo de Rotura	2º Modo de Rotura	E_0
									E_{01}	E_{02}	
1	1,0000	0,0000	0,0955	0,0619	1,0000	0,0000	0,0955	0,0619	0,1287	0,0955	0,1287
2	0,8889	0,0000	0,1039	0,0708	1,0000	0,0000	0,1039	0,0708	0,1276	0,0924	0,1276
3	0,8000	0,0000	0,1227	0,0836	1,0000	0,0000	0,1227	0,0836	0,1356	0,0982	0,1356
4	0,7273	0,0000	0,1285	0,1021	1,0000	0,0000	0,1285	0,1021	0,1397	0,0934	0,1397
5	0,6667	0,0000	0,1650	0,1312	1,0000	0,0000	0,1650	0,1312	0,1644	0,1100	0,1644
6	0,6154	0,0000	0,2497	0,1832	1,0000	0,0000	0,2497	0,1832	0,2203	0,1536	0,2203
7	0,5714	0,0000	0,4140	0,3038	1,0000	0,0000	0,4140	0,3038	0,3392	0,2366	0,3392
8	0,5333	0,0000	0,8478	0,0000	1,0000	0,0000	0,8478	0,0000	0,3165	0,4522	0,4522

Tipo de Rotura 1

B

α_1

0

α_2

1

α_3

0,7

Tipo de Rotura 2

C

α_1

0

α_2

0

α_3

1

2 - Cálculo do Sub-Índice S_D

Piso	Items (qi)		Variáveis	Gi	R2 _i	q _{...}
1	l). Excentricidade entre Cg e Cr	l	0,00	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,97	0,9	1,00	0,9
2	l). Excentricidade entre Cg e Cr	l	0,00	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,98	0,9	1,00	0,9
3	l). Excentricidade entre Cg e Cr	l	0,00	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,88	0,9	1,00	0,9
4	l). Excentricidade entre Cg e Cr	l	0,00	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,96	0,9	1,00	0,9
5	l). Excentricidade entre Cg e Cr	l	0,00	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,98	0,8	1,00	0,8
6	l). Excentricidade entre Cg e Cr	l	0,00	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,83	0	1,00	0
7	l). Excentricidade entre Cg e Cr	l	0,00	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,00	0,8	1,00	0,8
8	l). Excentricidade entre Cg e Cr	l	0,00	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,68	0,9	1,00	0,9
	l). Excentricidade entre Cg e Cr	l				
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m				

S_D = a, b, c, d, e, f, h, i, j =

0,896

3 - Cálculo do Sub-Índice T

Piso	Elementos Estruturais	Grau	FISSURAS E DEFORMAÇÕES ESTRUTURAIS			DETERIORAÇÃO E INACTIVIDADE ESTRUTURAL			Ti
			A	B	C	A	B	C	
1	Laje	N<1/9							0,988
	Viga				0,0000				
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050		
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0	
	Total		P _s =	0,017		P _t =	0,005		
2	Laje	N<1/9							0,988
	Viga				0,0000				
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050		
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0	
	Total		P _s =	0,017		P _t =	0,005		
3	Laje	N<1/9							0,988
	Viga				0,0000				
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050		
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0	
	Total		P _s =	0,017		P _t =	0,005		
4	Laje	N<1/9							0,988
	Viga				0,0000				
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050		
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0	
	Total		P _s =	0,017		P _t =	0,005		
5	Laje	N<1/9							0,988
	Viga				0,0000				
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050		
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0	
	Total		P _s =	0,017		P _t =	0,005		
6	Laje	N<1/9							0,988
	Viga				0,0000				
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050		
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0	
	Total		P _s =	0,017		P _t =	0,005		
7	Laje	N<1/9							0,988
	Viga				0,0000				
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050		
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0	
	Total		P _s =	0,017		P _t =	0,005		
8	Laje	N<1/9							0,988
	Viga				0,0000				
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050		
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0	
	Total		P _s =	0,017		P _t =	0,005		
0	Laje								1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares								
	Sub-Total		0	0	0	0	0	0	
	Total		P _s =	0		P _t =	0		

4 - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico

PISO	E ₀	S _D	T	I _s
1	0,1287	0,8061	0,9879	0,1025
2	0,1276	0,8061	0,9879	0,1016
3	0,1356	0,8061	0,9879	0,1080
4	0,1397	0,8061	0,9879	0,1113
5	0,1644	0,8061	0,9879	0,1310
6	0,2203	0,8061	0,9879	0,1755
7	0,3392	0,8061	0,9879	0,2701
8	0,4522	0,8061	0,9879	0,3601

2º NÍVEL - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais, em X's

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais

PISO	B _j	h _j	W _j	H _j	L _j	ΣL _j	ΣB _j *W _j *H _j *L _j	I _N
1	0,650	2,500	0,857	0,500	6,6	40,900	1,839	0,045
2	0,650	2,600	0,871	1,000	6,6	44,900	3,738	0,083
3	0,650	2,600	0,871	1,000	6,6	44,900	3,738	0,083
4	0,650	2,600	0,871	1,000	6,6	44,900	3,738	0,083
5	0,650	2,600	0,871	1,000	6,6	44,900	3,738	0,083
6	0,650	2,600	0,871	1,000	6,6	44,900	3,738	0,083
7	0,650	2,600	0,871	1,000	4,75	44,900	2,691	0,060
8	0,650	2,600	0,871	1,000	4,75	44,900	2,691	0,060
0	0,000			0,000			0	

2 - Cálculo do Sub-Índice de Flexibilidade

PISO	Historial de Danos Sofridos	Anos que passaram			t	f	B	
		g _y						
		1	2	3				
1	g _H	1			0	0,5	0,3	0,65
		2		X	0,5			
		3			0			
2	g _H	1			0	0,5	0,3	0,65
		2		X	0,5			
		3			0			
3	g _H	1			0	0,5	0,3	0,65
		2		X	0,5			
		3			0			
4	g _H	1			0	0,5	0,3	0,65
		2		X	0,5			
		3			0			
5	g _H	1			0	0,5	0,3	0,65
		2		X	0,5			
		3			0			
6	g _H	1			0	0,5	0,3	0,65
		2		X	0,5			
		3			0			
7	g _H	1			0	0,5	0,3	0,65
		2		X	0,5			
		3			0			
8	g _H	1			0	0,5	0,3	0,65
		2		X	0,5			
		3			0			
0	g _H	1			0	0		0
		2			0			
		3			0			

3 - Cálculo do Sub-Índice Ambiental, e

PISO	Tipo de Ambiente	Assinala com uma X, as condições que se verificam	Sub-índice e	
1	Rua Pública,	X	1	1
	Rua Privada, Estrada Local, Corredor,		0	
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0	
	Espaços Abertos onde as pessoas não		0	
2	Rua Pública,	X	1	1
	Rua Privada, Estrada Local, Corredor,		0	
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0	
	Espaços Abertos onde as pessoas não		0	
3	Rua Pública,	X	1	1
	Rua Privada, Estrada Local, Corredor,		0	
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0	
	Espaços Abertos onde as pessoas não		0	
4	Rua Pública,	X	1	1
	Rua Privada, Estrada Local, Corredor,		0	
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0	
	Espaços Abertos onde as pessoas não		0	
5	Rua Pública,	X	1	1
	Rua Privada, Estrada Local, Corredor,		0	
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0	
	Espaços Abertos onde as pessoas não		0	
6	Rua Pública,	X	1	1
	Rua Privada, Estrada Local, Corredor,		0	
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0	
	Espaços Abertos onde as pessoas não		0	
7	Rua Pública,	X	1	1
	Rua Privada, Estrada Local, Corredor,		0	
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0	
	Espaços Abertos onde as pessoas não		0	
8	Rua Pública,	X	1	1
	Rua Privada, Estrada Local, Corredor,		0	
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0	
	Espaços Abertos onde as pessoas não		0	
0	Rua Pública,		0	0
	Rua Privada, Estrada Local, Corredor,		0	
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0	
	Espaços Abertos onde as pessoas não		0	

4 - Cálculo do Sub-Índice de Detenção de Quedas, c

PISO	Condição de Supressão	Assinala com uma X, as condições que se verificam	Sub-índice c	
1	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados, recuados, etc.		0	0,5
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas	X	0,5	
	Outros		0	
2	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados, recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
3	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados, recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
4	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados, recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
5	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados, recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
6	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados, recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
7	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados, recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
8	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados, recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
0	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados, recuados, etc.		0	0
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros		0	

Cálculo do Índice de Solicitação Sísmica I_{S0}

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

Cálculo de índices para diferentes tipos de Sismo

a_{gR}	0,35	γ_1	1	S_1	1	$a_{gR} \cdot \gamma_1 \cdot S_1$	0,35
a_{gR}	0,8	γ_2	1	S_2	1	$a_{gR} \cdot \gamma_2 \cdot S_2$	0,8

Classe de Importância

II

$a_{gR} \cdot \gamma \cdot S$

0,8

Tipo de Estrutura

Sistema com grandes paredes pouco armadas

α_u / α_1

1,3

Sistema Estrutural

Pórtico, misto, Paredes acopladas

Ductilidade do Edifício

DCM - Média Ductilidade

- Verificação de Critérios de Regularidade em Altura

Condição

Nenhuma das anteriores

0

L

L2

0

Verificação

0

L1

0

L3

λ

1

q_{0DCM}

3,9

q_0

3,9

K_x

1,03347

$K w_x$

1,000

q_x

3,900

q_{0DCH}

5,85

K_y

1,48

$K w_y$

1,000

q_y

3,900

I_{s0x}

=

0,052

I_{s0y}

=

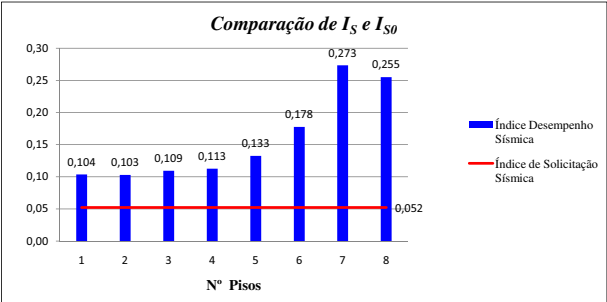
0,052

Verificação da Vulnerabilidade Sísmica de Elementos Estruturais - Eixo X's

COMPARAÇÃO DE ELEMENTOS ESTRUTURAIS

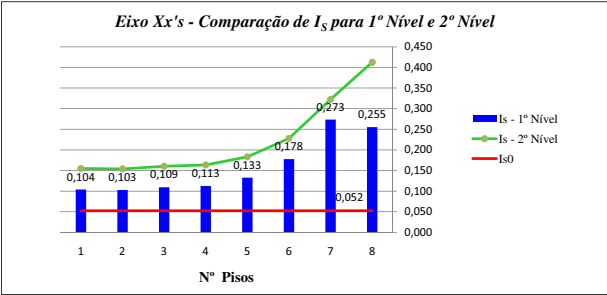
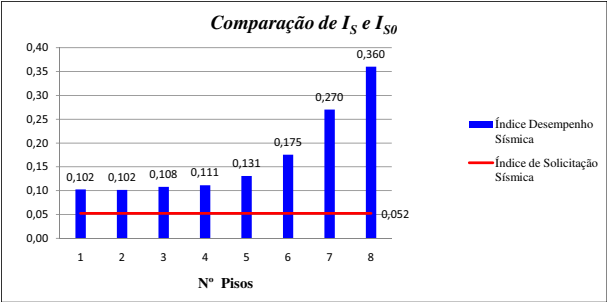
COMPARAÇÃO DE I_s e I_{s0} 1º NÍVEL DE AVALIAÇÃO

PISO	E_0	S_D	T	I_s	I_{s0}	VERIFICAÇÃO SEGURANÇA À ACÇÃO SÍSMICA
1	0,129	0,896	0,900	0,104	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
2	0,128			0,103	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
3	0,136			0,109	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
4	0,140			0,113	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
5	0,164			0,133	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
6	0,220			0,178	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
7	0,339			0,273	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
8	0,317			0,255	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica



COMPARAÇÃO DE I_s e I_{s0} 2º NÍVEL DE AVALIAÇÃO

PISO	E_0	S_D	T	I_s	I_{s0}	VERIFICAÇÃO SEGURANÇA À ACÇÃO SÍSMICA
1	0,129	0,806	0,988	0,102	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
2	0,128	0,806	0,988	0,102	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
3	0,136	0,806	0,988	0,108	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
4	0,140	0,806	0,988	0,111	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
5	0,164	0,806	0,988	0,131	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
6	0,220	0,806	0,988	0,175	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
7	0,339	0,806	0,988	0,270	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
8	0,452	0,806	0,988	0,360	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica

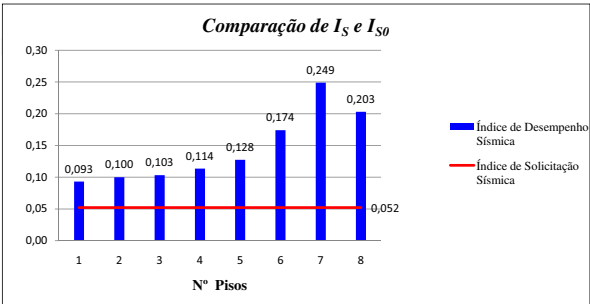


Verificação da Vulnerabilidade Sísmica de Elementos Estruturais - Eixo Y's

COMPARAÇÃO DE ELEMENTOS ESTRUTURAIS

COMPARAÇÃO DE I_s e I_{s0} 1º NÍVEL DE AVALIAÇÃO

PISO	E_0	S_D	T	I_s	I_{s0}	VERIFICAÇÃO SEGURANÇA Á ACÇÃO SÍSMICA
1	0,116	0,896	0,900	0,093	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
2	0,124			0,100	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
3	0,128			0,103	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
4	0,141			0,114	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
5	0,158			0,128	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
6	0,216			0,174	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
7	0,309			0,249	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
8	0,252			0,203	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica



COMPARAÇÃO DE I_s e I_{s0} 2º NÍVEL DE AVALIAÇÃO

PISO	E_0	S_D	T	I_s	I_{s0}	VERIFICAÇÃO SEGURANÇA Á ACÇÃO SÍSMICA
1	0,116	0,806	0,988	0,092	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
2	0,124	0,806	0,988	0,099	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
3	0,128	0,806	0,988	0,102	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
4	0,141	0,806	0,988	0,112	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
5	0,158	0,806	0,988	0,126	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
6	0,216	0,806	0,988	0,172	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
7	0,309	0,806	0,988	0,246	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
8	0,360	0,806	0,988	0,286	0,052	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica

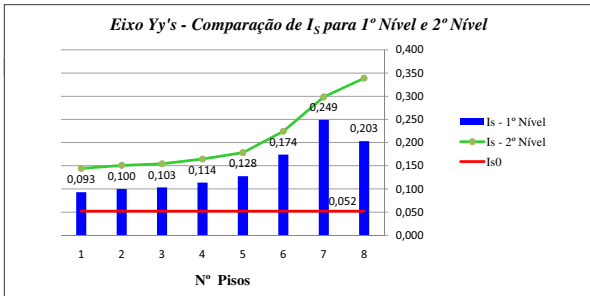
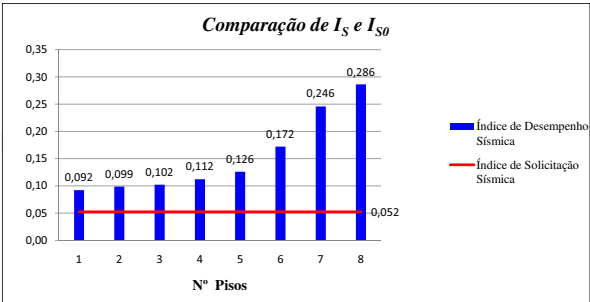


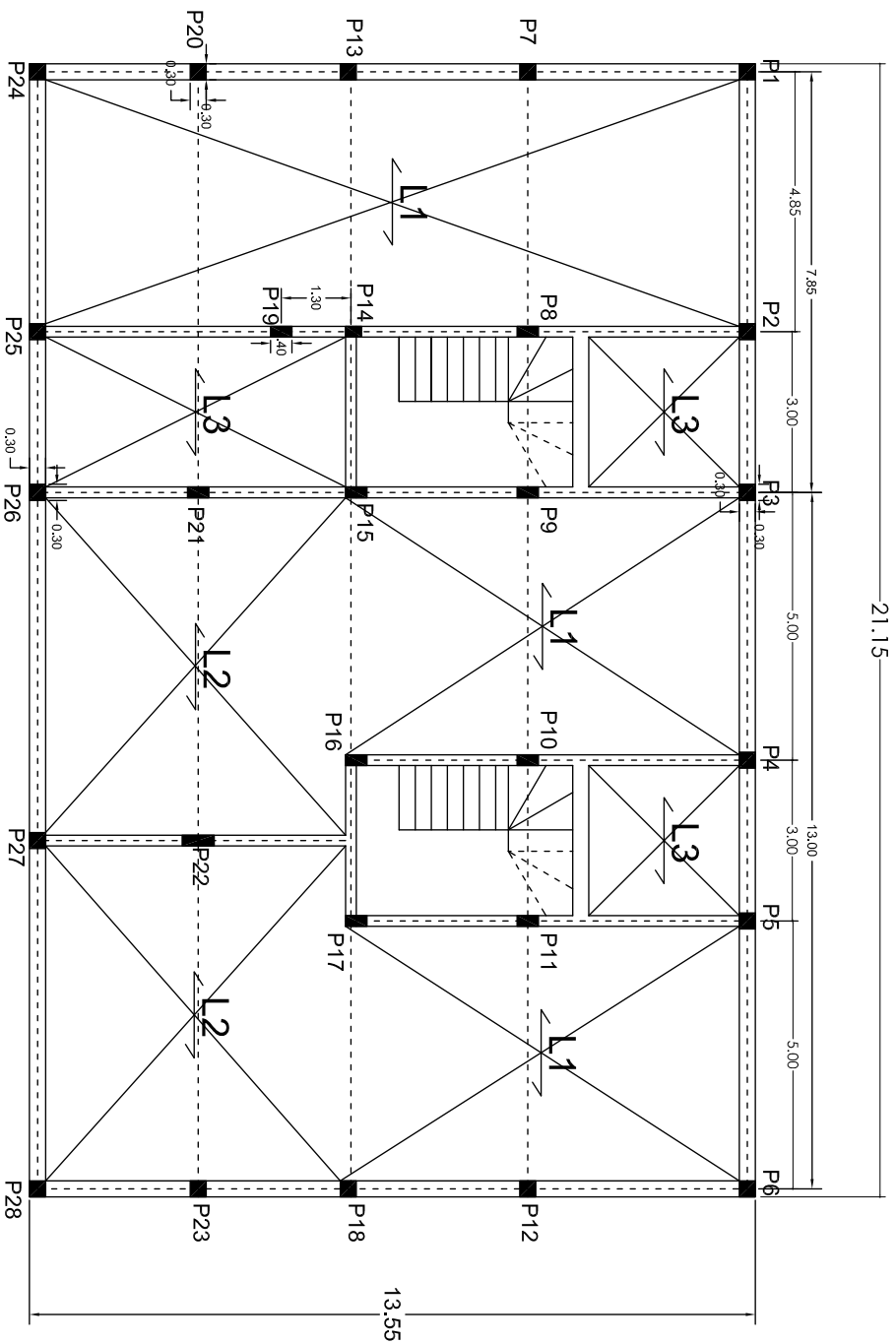
TABELA 2 - DIMENSÕES DOS PILARES, PAREDES, SEQUÊNCIA X

PISOS	DESIGN.	DIMENSÕES		ÁREA	I	E.I	d	Ld	ΣI	ΣLd	Cr _x	Cm _x	x	
		a	b											
		[m]	[m]											[m ²]
1	P1	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010						
	P2	0,30	0,30	0,09000	0,00068		4,35	0,00296						
	P3	0,30	0,30	0,15000	0,00113		10,8	0,03380						
	P4	0,30	0,30	0,09000	0,00068		17,05	0,01159						
	P5	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438						
	P6	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010						
	P7	0,30	0,90	0,27000	0,01823		4,35	0,07930						
	P8	0,30	0,90	0,27000	0,01823		17,05	0,31082						
	P9	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438						
	P10	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010						
	P11	0,30	0,90	0,27000	0,01823		4,35	0,07930						
	P12	0,30	0,30	0,15000	0,00113		9,1	0,02848		0,09756	1,04023	10,71516	10,80000	-0,00610
	P13	0,30	0,30	0,15000	0,00113		12,5	0,03913						
	P14	0,30	0,90	0,27000	0,01823		17,05	0,31082						
	P15	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438						
2	P16	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010						
	P17	0,30	0,30	0,09000	0,00068		4,35	0,00296						
	P18	0,30	0,30	0,15000	0,00113		10,8	0,03380						
	P19	0,30	0,30	0,09000	0,00068		17,05	0,01159						
	P20	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438						
	P21	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010						
	P22	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438						
	P23	0,30	0,30	0,15000	0,00113		9,1	0,02848		0,09800	1,02862	10,71271	10,80000	-0,00621
	P24	0,30	0,30	0,15000	0,00113		12,5	0,03913						
	P25	0,30	0,90	0,27000	0,01823		17,05	0,31082						
	P26	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438						
	P27	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010						
	P28	0,30	0,30	0,09000	0,00068		4,35	0,00296						
	P29	0,30	0,30	0,15000	0,00113		10,8	0,03380						
	3	P30	0,30	0,30	0,09000	0,00068		17,05	0,01159					
P31		0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438						
P32		0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010						
P33		0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438						
P34		0,30	0,30	0,15000	0,00113		9,1	0,02848		0,09800	1,02862	10,71271	10,80000	-0,00621
P35		0,30	0,30	0,15000	0,00113		12,5	0,03913						
P36		0,30	0,90	0,27000	0,01823		17,05	0,31082						
P37		0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438						
P38		0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010						
P39		0,30	0,30	0,09000	0,00068		4,35	0,00296						
P40		0,30	0,30	0,15000	0,00113		10,8	0,03380						
P41		0,30	0,30	0,09000	0,00068		17,05	0,01159						
P42		0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438						
P43		0,30	0,30	0,15000	0,00113		9,1	0,02848						
P44		0,30	0,30	0,09000	0,00068		12,5	0,03913						
4	P45	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438						
	P46	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010						
	P47	0,30	0,30	0,09000	0,00068		4,35	0,00296						
	P48	0,30	0,30	0,15000	0,00113		10,8	0,03380						
	P49	0,30	0,30	0,09000	0,00068		17,05	0,01159						
	P50	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438						
	P51	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010						
	P52	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438						
	P53	0,30	0,30	0,15000	0,00113		9,1	0,02848		0,09800	1,02862	10,71271	10,80000	-0,00621
	P54	0,30	0,30	0,15000	0,00113		12,5	0,03913						
	P55	0,30	0,90	0,27000	0,01823		17,05	0,31082						
	P56	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438						
	P57	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010						
	P58	0,30	0,30	0,09000	0,00068		4,35	0,00296						
	P59	0,30	0,30	0,15000	0,00113		10,8	0,03380						
5	P60	0,30	0,30	0,09000	0,00068		17,05	0,01159						
	P61	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438						
	P62	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010						
	P63	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438						
	P64	0,30	0,30	0,15000	0,00113		9,1	0,02848		0,09800	1,02862	10,71271	10,80000	-0,00621
	P65	0,30	0,30	0,15000	0,00113		12,5	0,03913						
	P66	0,30	0,90	0,27000	0,01823		17,05	0,31082						
	P67	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438						
	P68	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010						
	P69	0,30	0,30	0,09000	0,00068		4,35	0,00296						
	P70	0,30	0,30	0,15000	0,00113		10,8	0,03380						
	P71	0,30	0,30	0,09000	0,00068		17,05	0,01159						
	P72	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438						
	P73	0,30	0,30	0,15000	0,00113		9,1	0,02848						
	P74	0,30	0,30	0,09000	0,00068		12,5	0,03913						
6	P75	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438						
	P76	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010						
	P77	0,30	0,30	0,09000	0,00068		4,35	0,00296						
	P78	0,30	0,30	0,15000	0,00113		10,8	0,03380						
	P79	0,30	0,30	0,09000	0,00068		17,05	0,01159						
	P80	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438						
	P81	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010						
	P82	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438						
	P83	0,30	0,30	0,15000	0,00113		9,1	0,02848		0,09800	1,02862	10,71271	10,80000	-0,00621
	P84	0,30	0,30	0,15000	0,00113		12,5	0,03913						
	P85	0,30	0,90	0,27000	0,01823		17,05	0,31082						
	P86	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438						
	P87	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010						
	P88	0,30	0,30	0,09000	0,00068		4,35	0,00296						
	P89	0,30	0,30	0,15000	0,00113		10,8	0,03380						
P90	0,30	0,30	0,09000	0,00068		17,05	0,01159							
7	P91	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438						
	P92	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010						
	P93	0,30	0,30	0,09000	0,00068		4,35	0,00296						
	P94	0,30	0,30	0,15000	0,00113		10,8	0,03380						
	P95	0,30	0,30	0,09000	0,00068		17,05	0,01159						
	P96	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438						
	P97	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010						
	P98	0,30	0,90	0,27000	0,01823		4,35	0,07930		0,09147	0,96995	10,80000	-0,00695	
	P99	0,30	0,90	0,27000	0,01823		17,05	0,31082						
	P100	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438						
	P101	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010						
	P102	0,30	0,30	0,09000	0,00068		4,35	0,00296						
	P103	0,30	0,30	0,15000	0,00113		10,8	0,03380						
	P104	0,30	0,30	0,09000	0,00068		17,05	0,01159						
	P105	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438						
8	P106	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010						
	P107	0,30	0,30	0,09000	0,00068		4,35	0,00296						
	P108	0,30	0,30	0,15000	0,00113		10,8	0,03380						
	P109	0,30	0,30	0,09000	0,00068		17,05	0,01159						
	P110	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21,15	0,01438						
	P111	0,30	0,90	0,27000	0,01823		4,35	0,07930		0,09875	0,98463	10,70466	10,80000	-0,00646
P112	0,30	0,30	0,09000	0,00068		9,1	0,02848							
P113	0,30	0,30	0,09000	0,00068		12,5	0,03913							
P114</														

P6	2.50	0.30	8.33	Pilar - Tipo C2	0.09	0.033719	1.000000
P7	2.50	0.90	2.78	Pilar - Tipo C1	0.27	0.144511	1.000000
P7a	2.50	0.30	8.33	Pilar - Tipo C2	0.09	0.033719	1.000000
P7b	2.50	0.30	8.33	Pilar - Tipo C2	0.09	0.033719	1.000000
P8	2.50	0.90	2.78	Pilar - Tipo C1	0.27	0.144511	1.000000
P9	2.50	0.30	8.33	Pilar - Tipo C2	0.09	0.033719	1.000000
P10	2.50	0.30	8.33	Pilar - Tipo C2	0.09	0.033719	1.000000
P11	2.50	0.90	2.78	Pilar - Tipo C1	0.27	0.144511	1.000000
P12	2.50	0.30	8.33	Pilar - Tipo C2	0.09	0.033719	1.000000
P13	2.50	0.30	8.33	Pilar - Tipo C2	0.09	0.033719	1.000000
P14	2.50	0.90	2.78	Pilar - Tipo C1	0.27	0.144511	1.000000
P15	2.50	0.30	8.33	Pilar - Tipo C2	0.09	0.033719	1.000000

8	P6	2,50	0,30	8,33	Pilar - Tipo C2	0,09	0,035372	1,000000
	P7	2,50	0,30	8,33	Pilar - Tipo C2	0,27	0,10116	1,000000
	P7-a	2,50	0,30	8,33	Pilar - Tipo C2	0,02	0,003192	1,000000
	P7-b	2,50	0,30	8,33	Pilar - Tipo C2	0,09	0,035372	1,000000
	P8	2,50	0,30	8,33	Pilar - Tipo C2	0,27	0,10116	1,000000
	P9	2,50	0,30	8,33	Pilar - Tipo C2	0,02	0,003192	1,000000
	P10	2,50	0,30	8,33	Pilar - Tipo C2	0,09	0,035372	1,000000
	P11	2,50	0,30	8,33	Pilar - Tipo C2	0,27	0,10116	1,000000
	P12	2,50	0,30	8,33	Pilar - Tipo C2	0,02	0,003192	1,000000
	P13	2,50	0,30	8,33	Pilar - Tipo C2	0,09	0,035372	1,000000
	P14	2,50	0,30	8,33	Pilar - Tipo C2	0,27	0,10116	1,000000
	P15	2,50	0,20	12,500	Pilar - Tipo C2	0,09	0,035372	1,000000

A.2.2 CASO DE ESTUDO Nº2



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: ESC. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Junho de 1982

ESPECIALIDADE:

Estruturalidade

LOCAL:

Caso nº2 - Edifício Habitacional Maia
Gaveto das Ruas de Ceuta e de Seráfico Alves
da Cruz - Freguesia Águas Santas (Maia)

Plantas estruturais

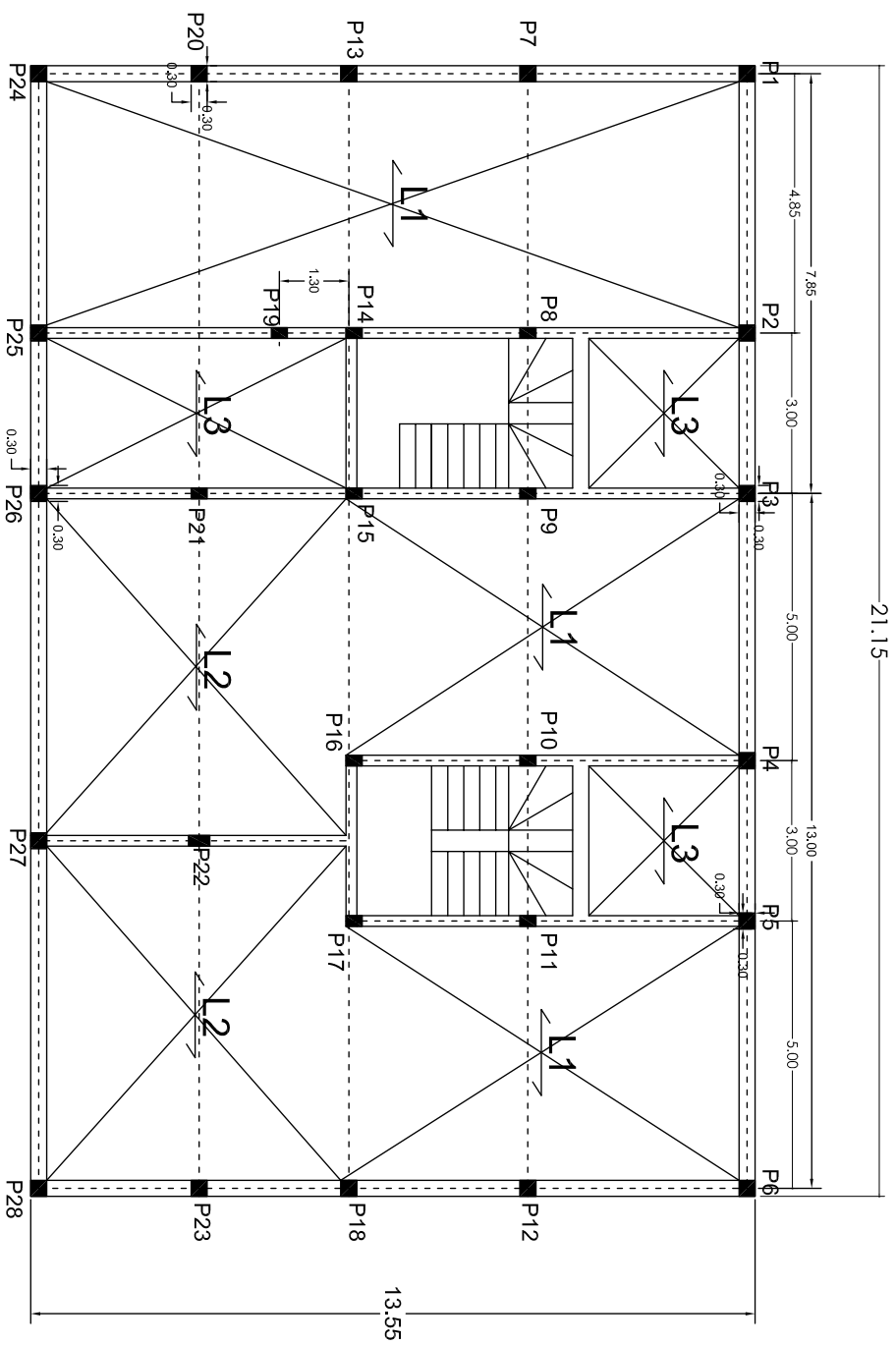
DESIGNAÇÃO:

Planta do Rés-do-Chão

DESENHO Nº 1 / 16

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: ESC. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Junho de 1982

ESPECIALIDADE:

Estrabilidade

LOCAL:

Caso nº2 - Edifício Habitacional Maia
Gaveto das Ruas de Ceuta e de Serafim Alves
da Cruz - Freguesia Águas Santas (Maia)

Plantas estruturais

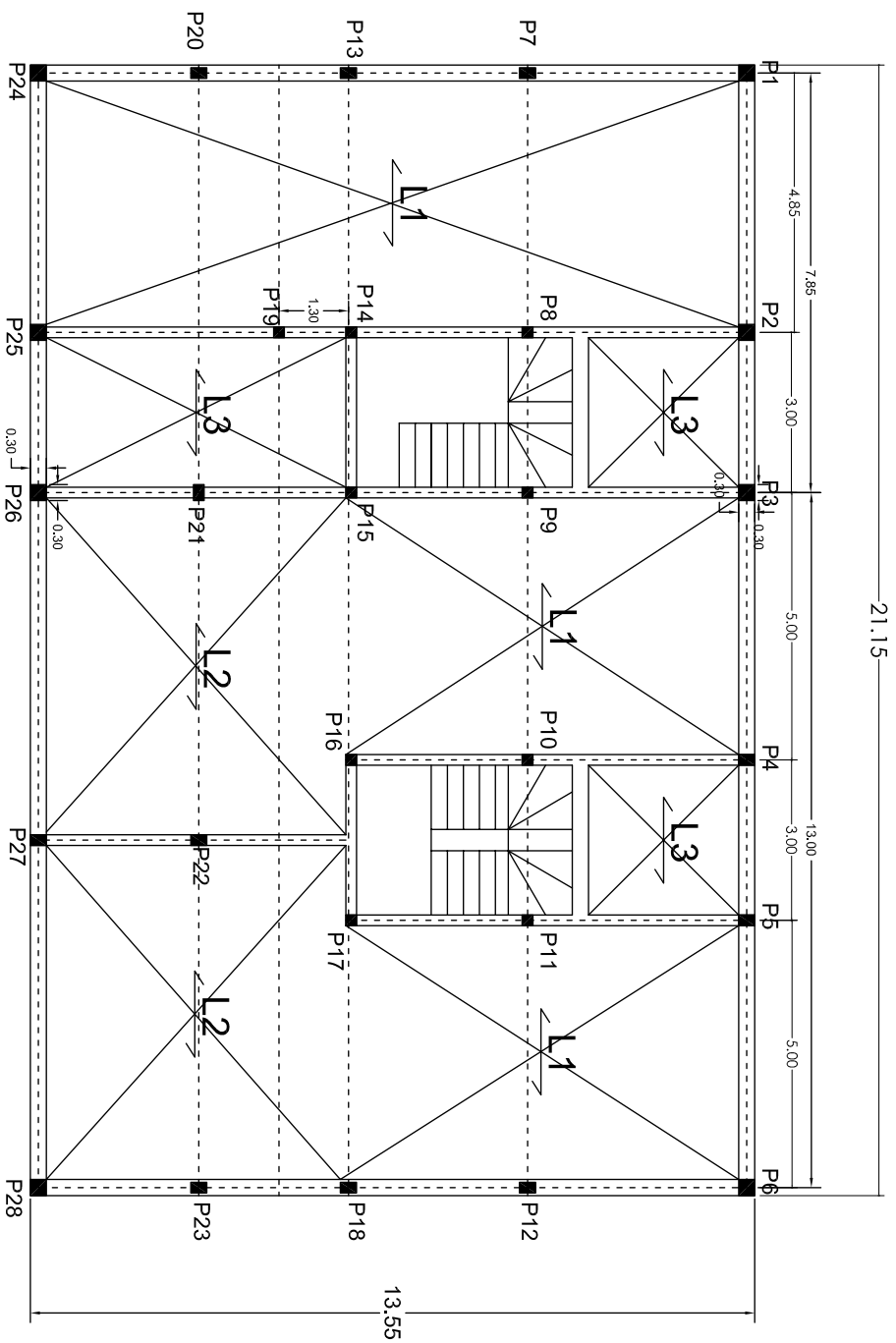
DESENHO Nº:

21/16

DESIGNAÇÃO:
Planta do 1º Piso

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: ESC. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Junho de 1982

ESPECIALIDADE: Estrabilidade

LOCAL: Plantas estruturais

DESENHO Nº: 3/16

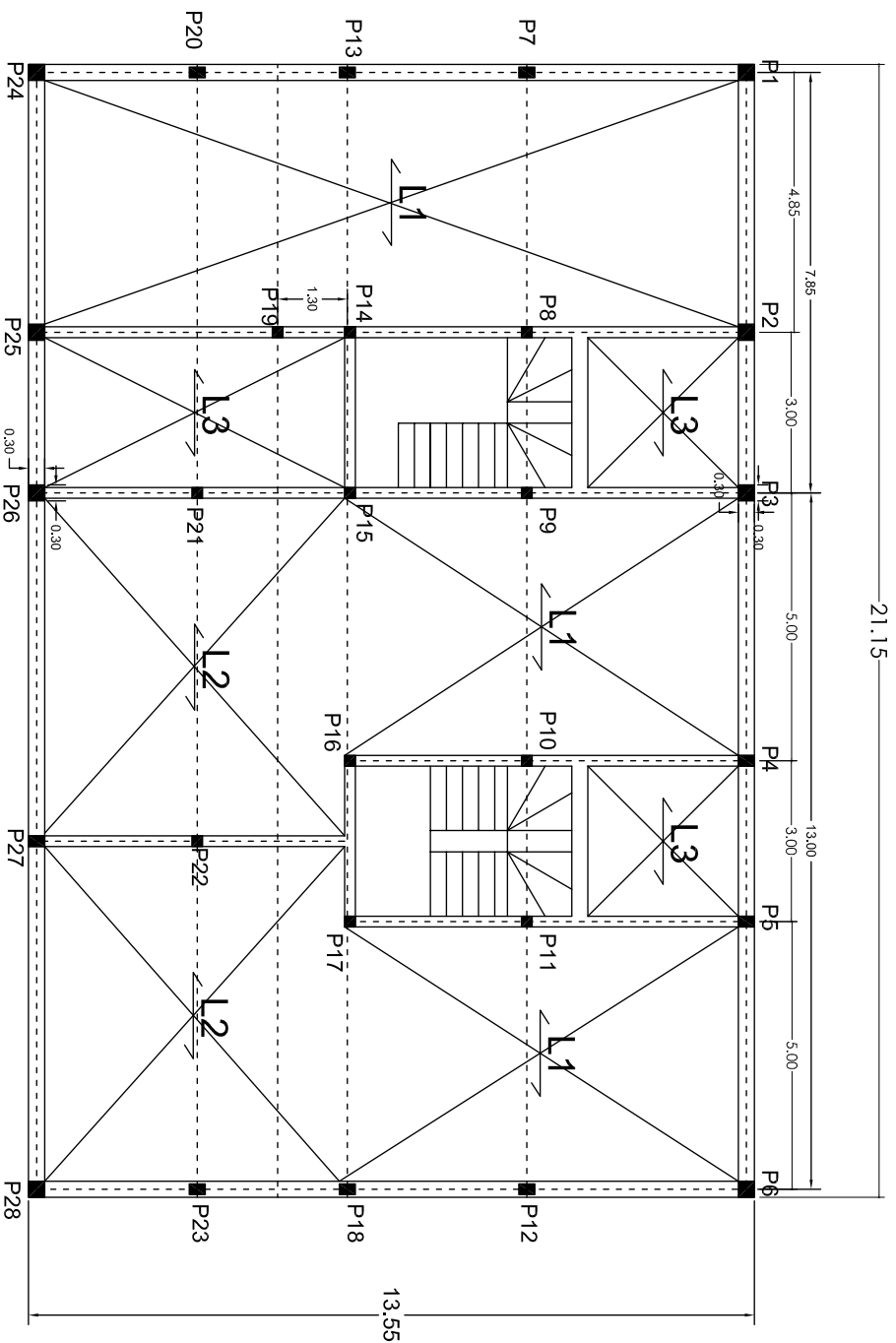
OBRA: Caso nº2 - Edifício Habitacional Maia

LOCAL: Gaveto das Ruas de Ceuta e de Serafim Alves da Cruz - Freguesia Águas Santas (Maia)

DESIGNAÇÃO: Planta do 2º Piso

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: ESC. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Junho de 1982

ESPECIALIDADE:

Estruturalidade

LOCAL:

Caso nº2 - Edifício Habitacional Maia
Gaveto das Ruas de Ceuta e de Serafim Alves
da Cruz - Freguesia Águas Santas (Maia)

Plantas estruturais

DESIGNAÇÃO:

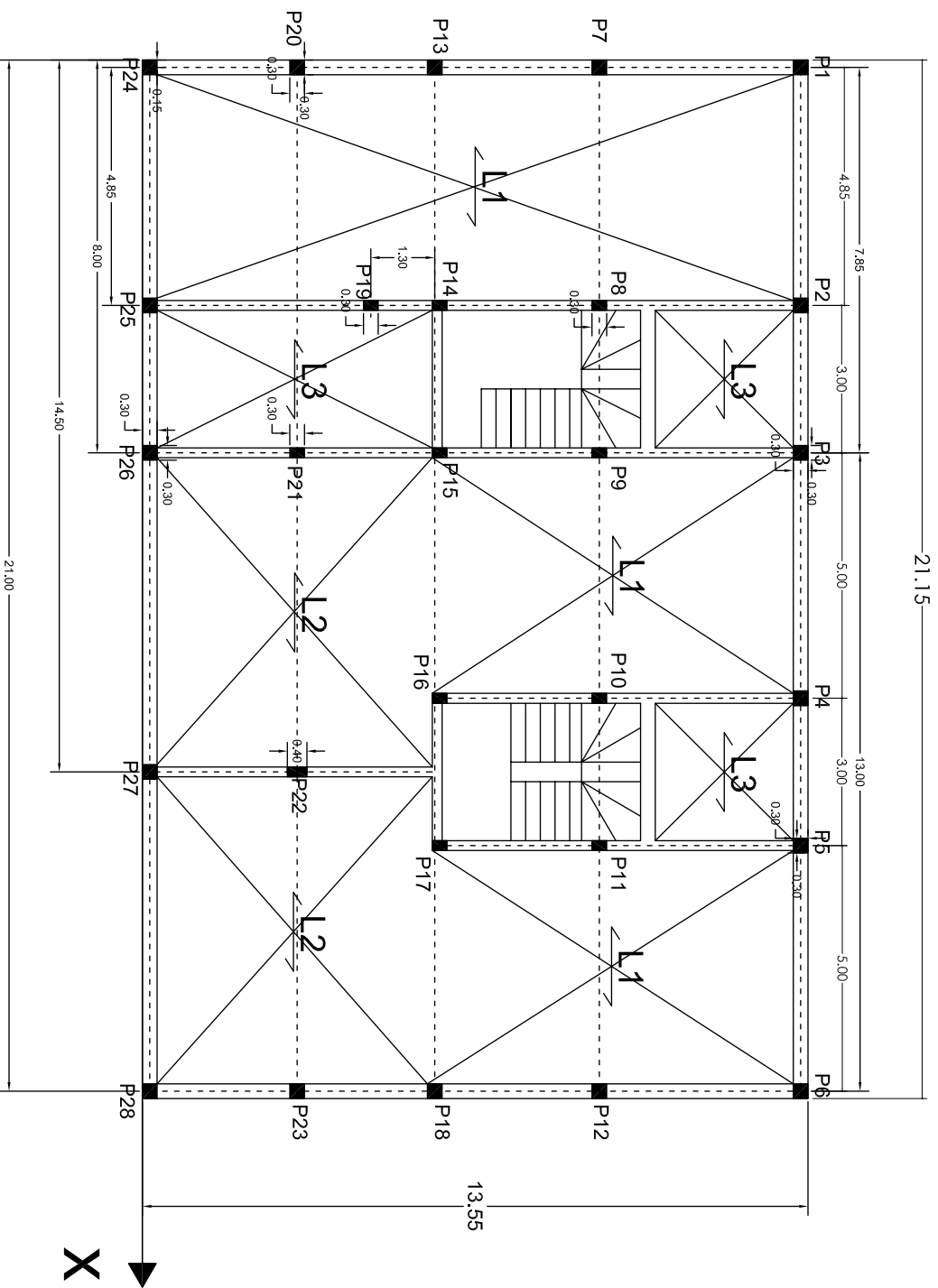
Planta do 3º Piso


DESENHO Nº:

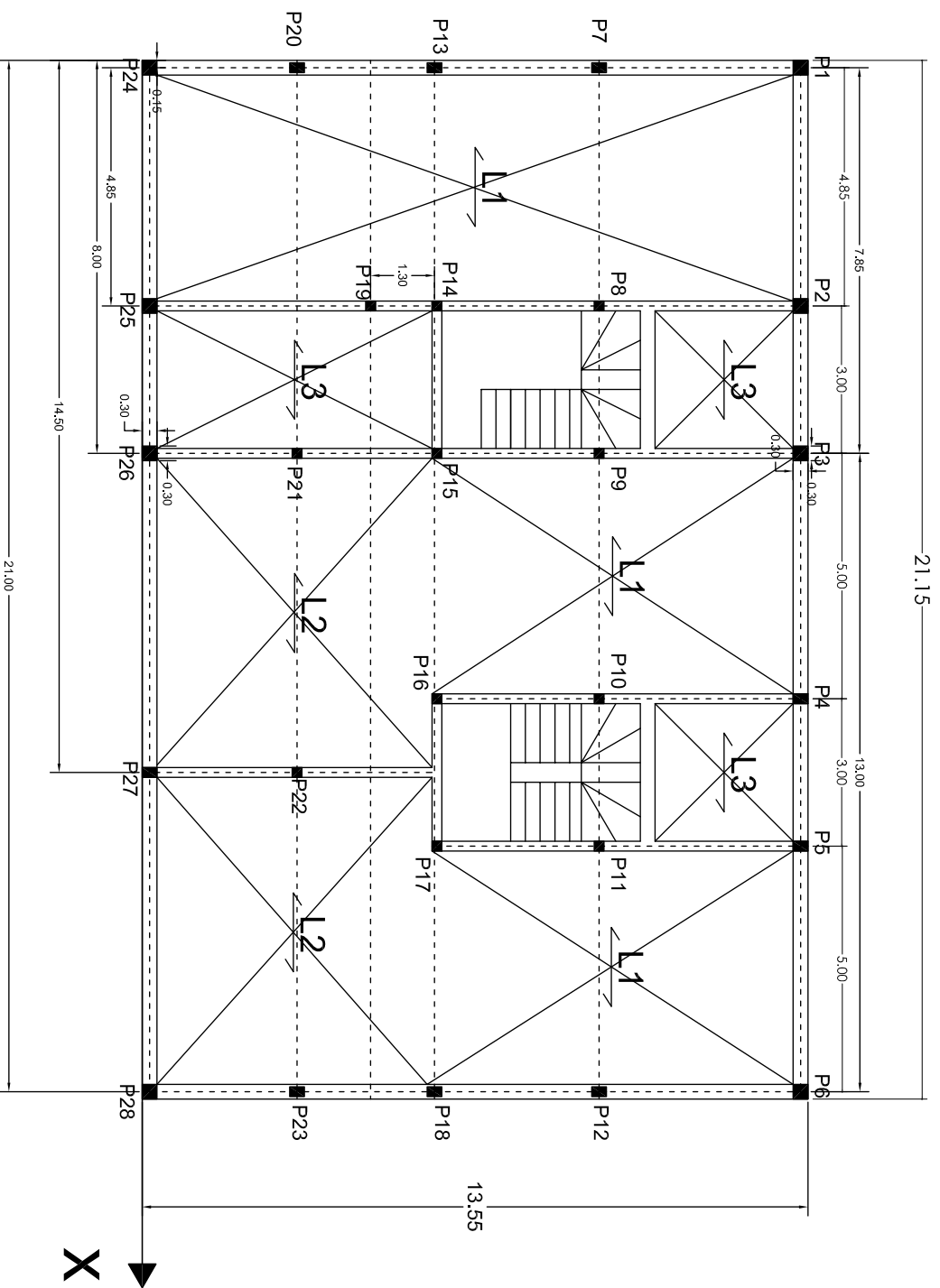
4/16


"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

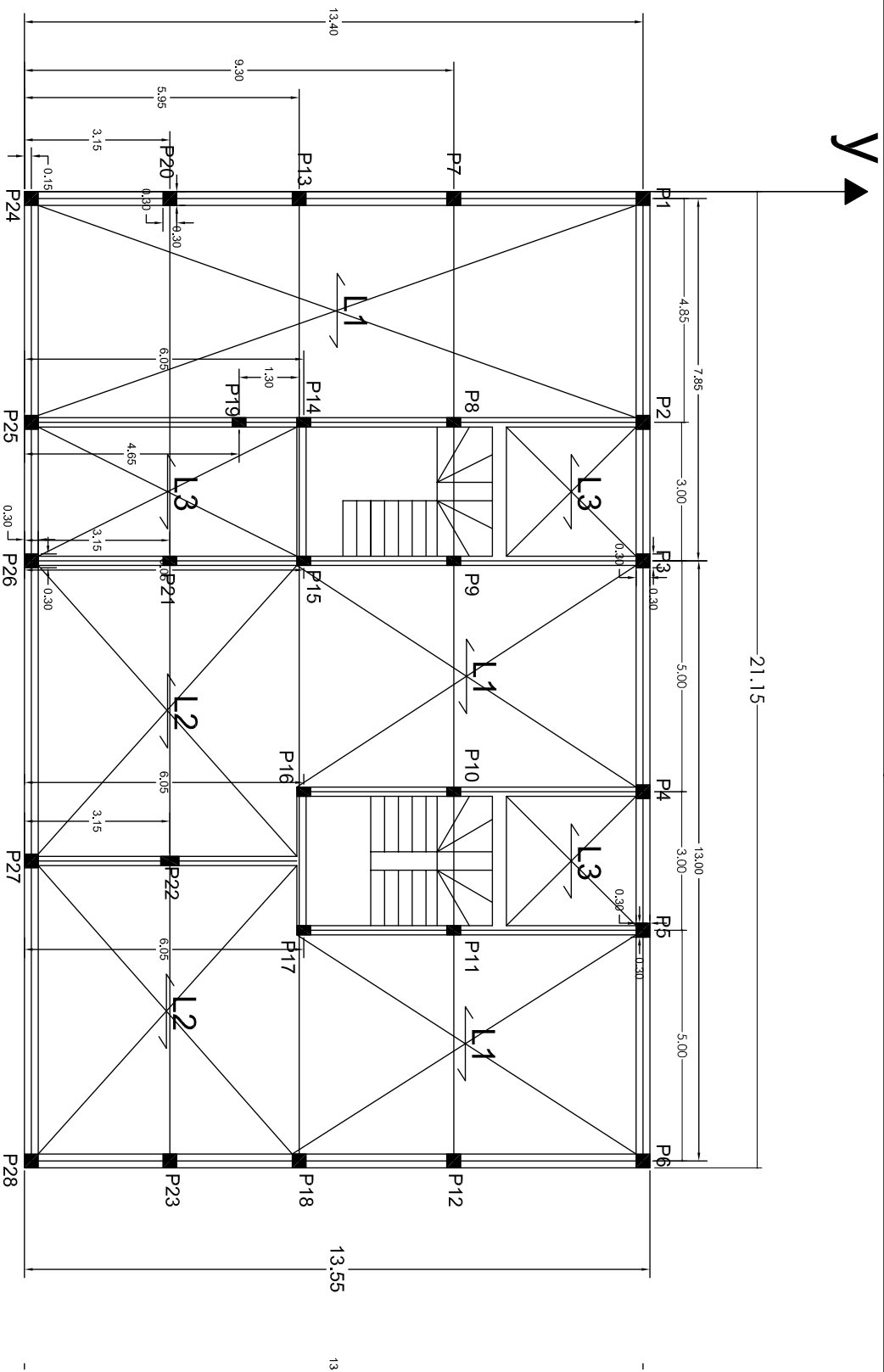
Jeniffer Martins



 <p>Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil 2011</p>		ESCALAS: ESC. 1/100
<p>OBRA: Caso nº2 - Edifício Habitacional Maia</p>		ESPECIALIDADE: Estabilidade
<p>LOCAL: Gaveto das Ruas de Ceuta e de Serafim Alves da Cruz - Freguesia Águas Santas (Maia)</p>		Referencial do Eixo X
<p>DESIGNAÇÃO: Planta do 1º Piso</p>		DESENHO Nº: 6/16
<p>"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"</p>		
<p>Jeniffer Martins</p>		



 Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil 2011		ESCALAS: ESC. 1/100
OBRÁ: Caso nº2 - Edifício Habitacional Maia		ESPECIALIDADE: Estabilidade
LOCAL: Gaveto das Ruas de Ceuta e de Serafim Alves da Cruz - Freguesia Águas Santas (Maia)		Referencial do Eixo X
DESIGNAÇÃO: Planta do 3º Piso		DESENHO Nº: 8/16
"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"		
Jennifer Martins		



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: ESC. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Junho de 1982

ESPECIALIDADE:

Estrabilidade

LOCAL:

Caso nº2 - Edifício Habitacional Maia
Gaveto das Ruas de Ceuta e de Serafim Alves
da Cruz - Freguesia Águas Santas (Maia)

Referencial do Eixo Y

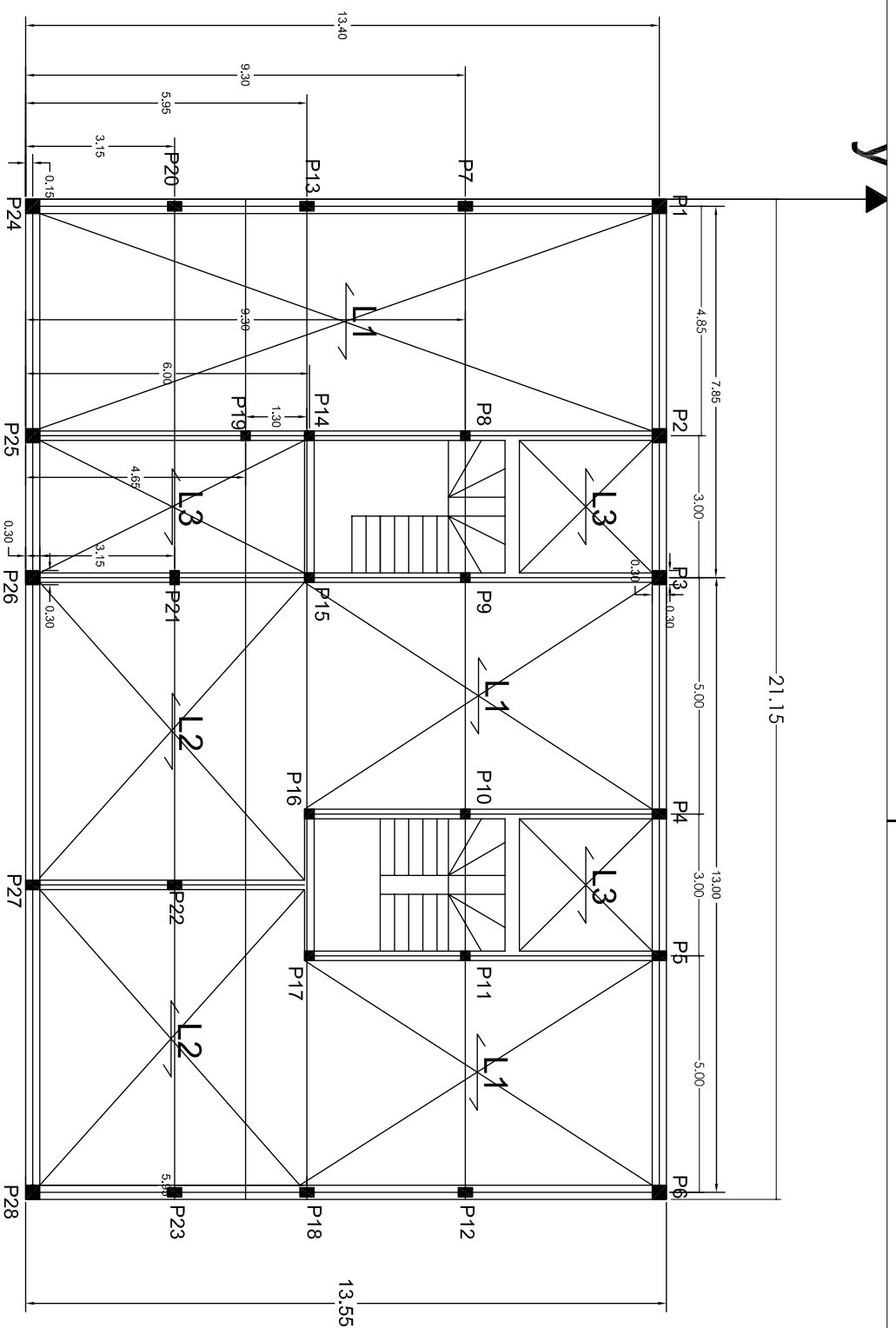
DESIGNAÇÃO:

Planta do 1º Piso

DESENHO Nº 10/ 16

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: ESC. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Junho de 1982

ESPECIALIDADE:

Estrabilidade

LOCAL:

Caso n.º2 - Edifício Habitacional Maia
Gareto das Ruas de Ceuta e de Serafim Alves
da Cruz - Freguesia Águas Santas (Maia)

Referencial do Eixo Y

DESENHO Nº

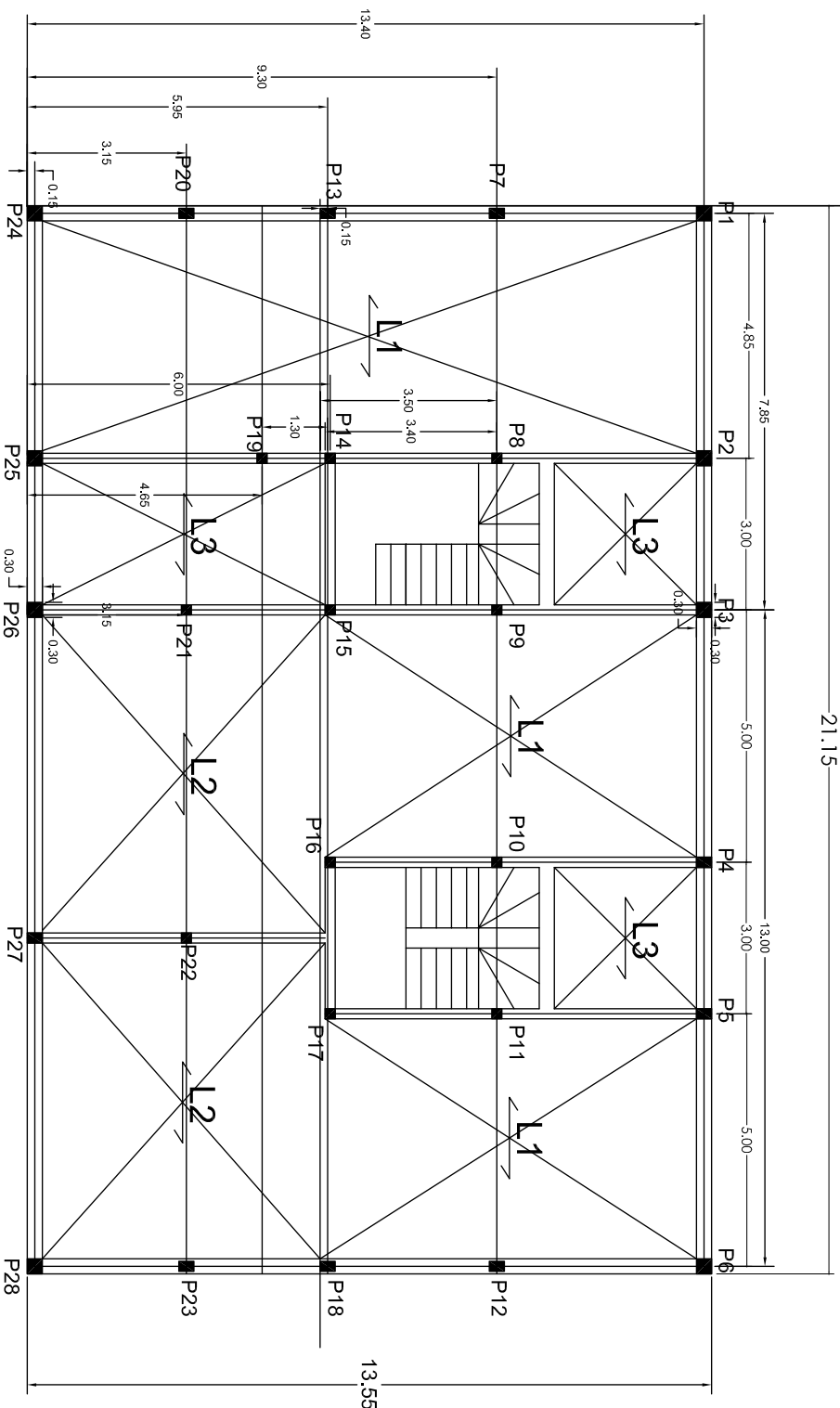
11 / 16

DESIGNAÇÃO:
Planta do 2º Piso

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins

Y ▲



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: ESC. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:
26 de Junho de 1982

ESPECIALIDADE:
Estrutibilidade

LOCAL:
Referencial do Eixo Y

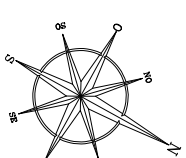
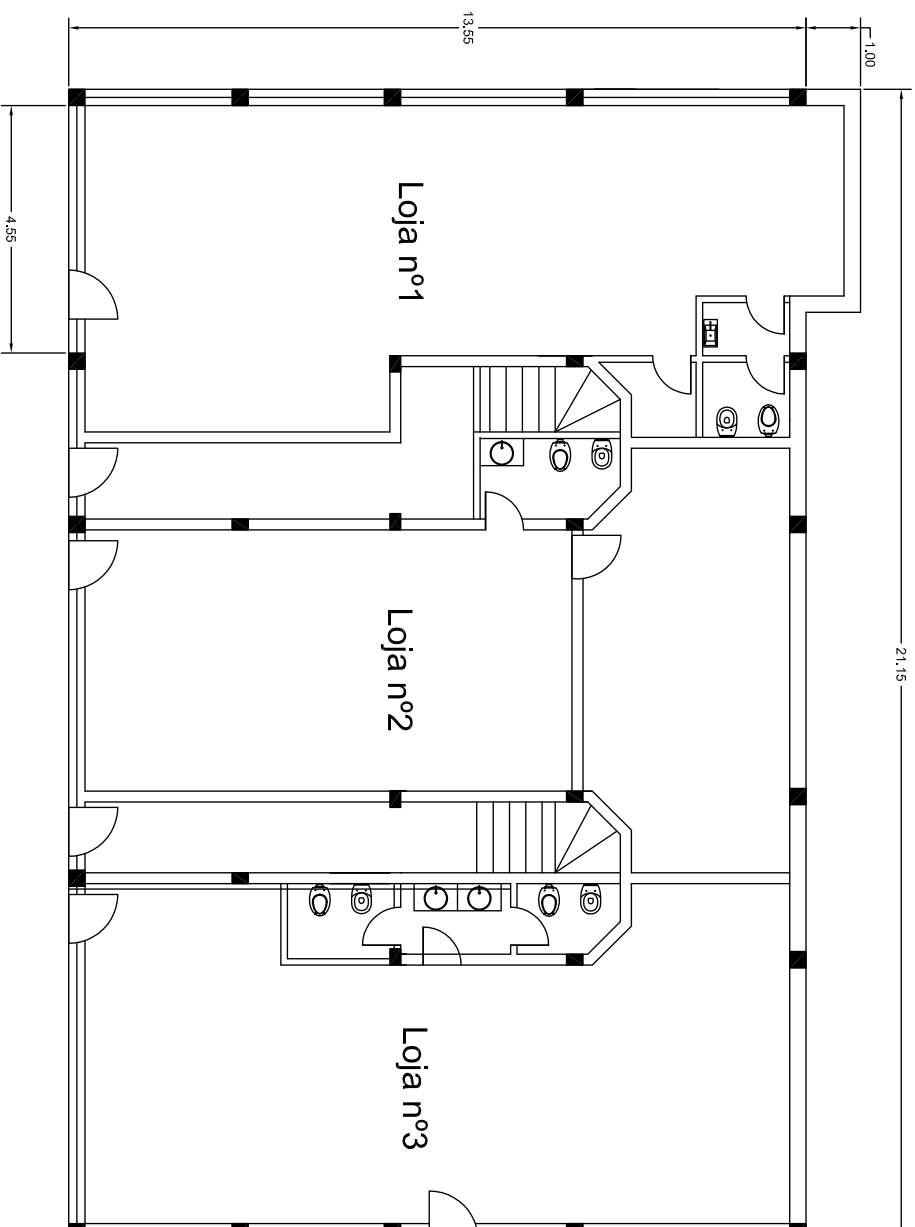
DESENHO Nº 12/ 16

OBRA:
Caso nº2 - Edifício Habitacional Maia

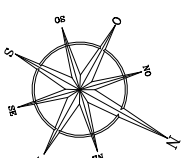
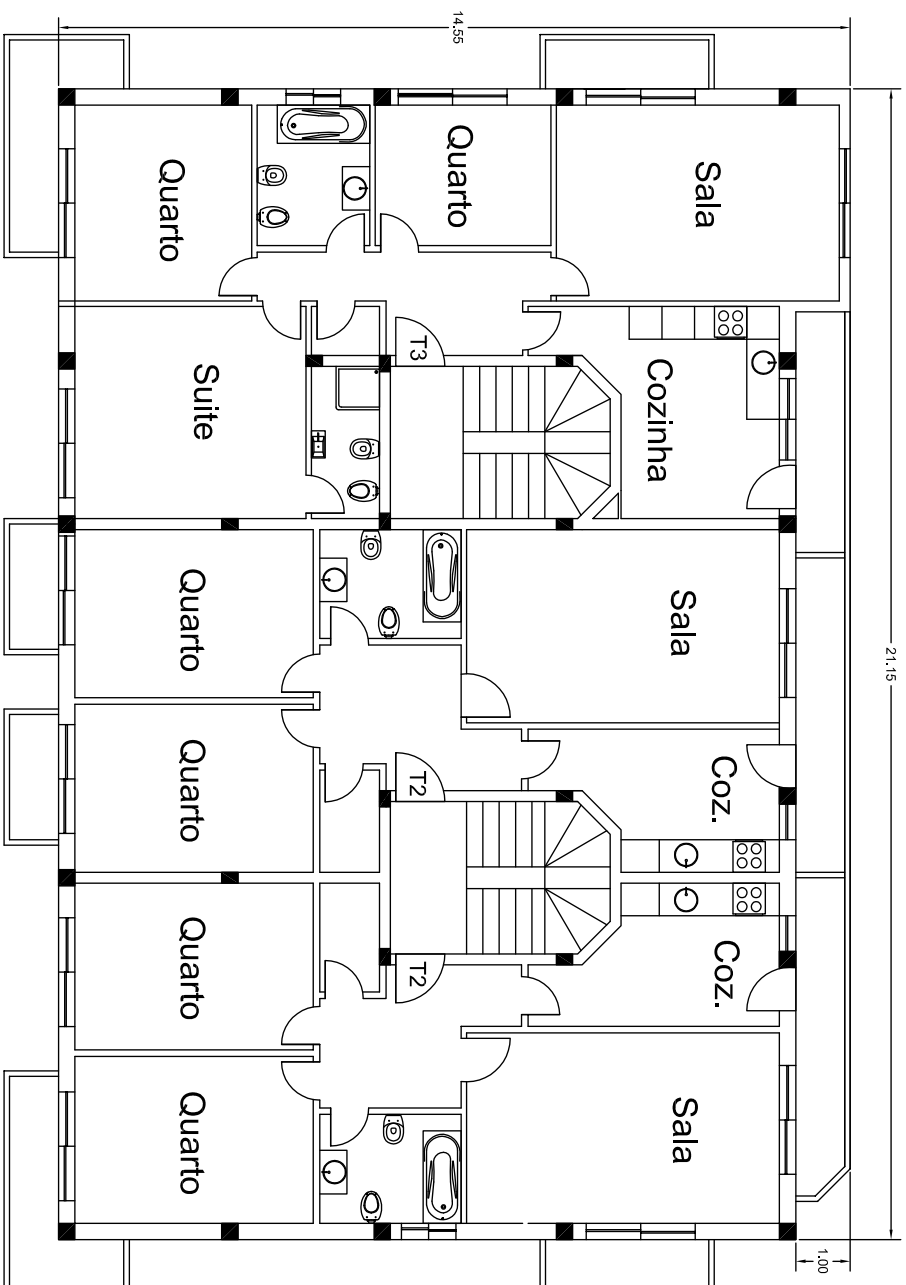
LOCAL:
Gareto das Ruas de Ceuta e de Serafim Alves
da Cruz - Freguesia Águas Santas (Maia)


DESIGNAÇÃO:
Planta do 3ºPiso

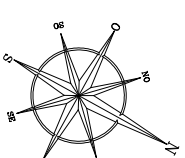
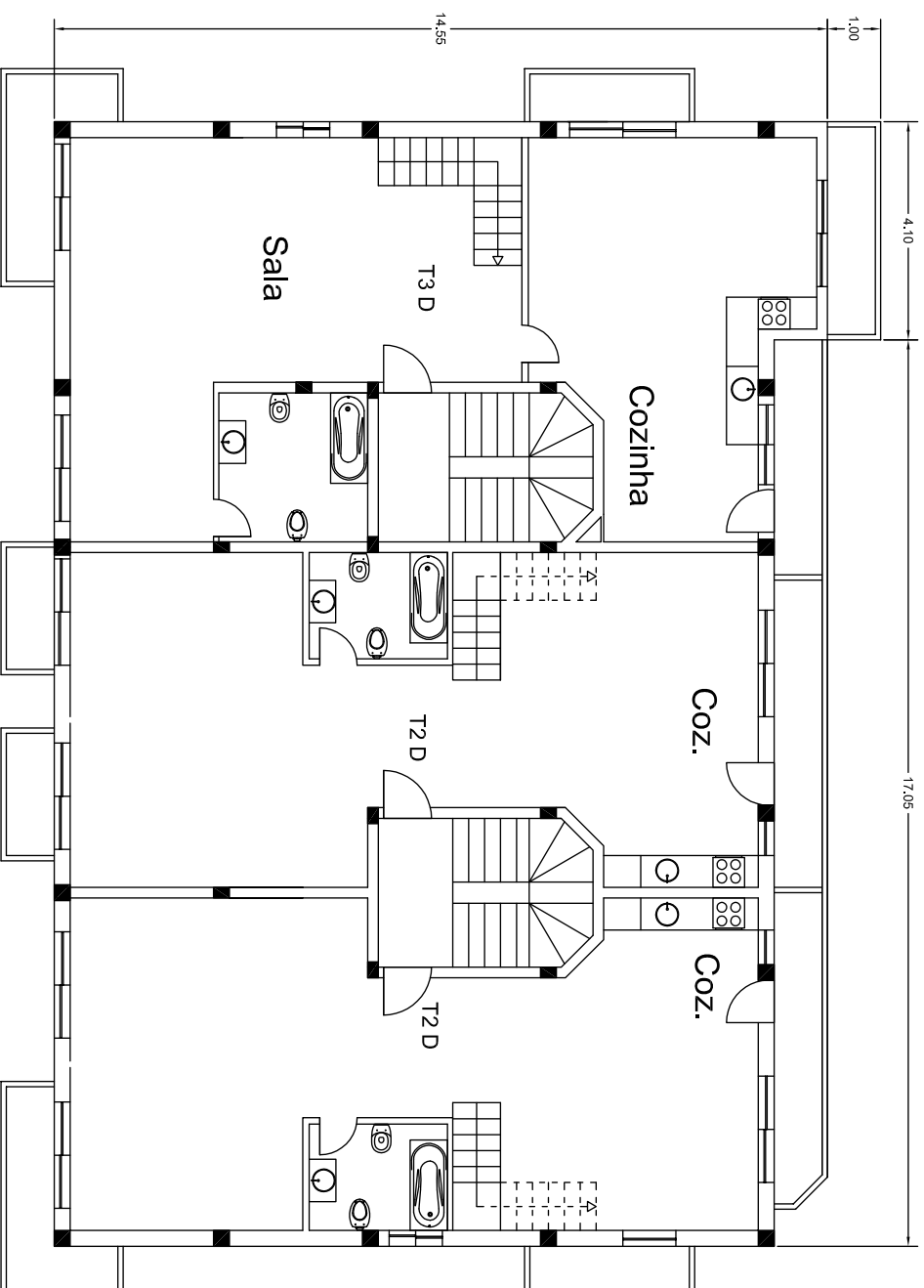
"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"
Jennifer Martins



	Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil 2011	ESCALAS: ESC. 1/100
OBRA:	Caso nº2 - Edifício Habitacional Maia	ESPECIALIDADE: Arquitectura
LOCAL:	Gaveto das Ruas de Ceuta e de Serafim Alves da Cruz - Freguesia Águas Santas (Maia)	DATA DE CONSTRUÇÃO: 26 de Junho de 1982
DESIGNAÇÃO:	Planta do 1º e 2º Piso	DESENHO Nº 13/ 16
"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"		
Jennifer Martins		



 Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil 2011		ESCALAS: ESC. 1/100
OBRA: Caso nº2 - Edifício Habitacional Maia		ESPECIALIDADE: Arquitectura
LOCAL: Gaveto das Ruas de Ceuta e de Serafim Alves da Cruz - Freguesia Águas Santas (Maia)		
DESIGNAÇÃO: Planta do 1º e 2º Piso		DESENHO Nº 14/ 16
"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês" Jennifer Martins		



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: ESC. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Junho de 1982

ESPECIALIDADE:

Arquitectura

OBRA:

Caso nº2 - Edifício Habitacional Maia

LOCAL:

Gaveto das Ruas de Ceuta e de Serafim Alves
da Cruz - Freguesia Águas Santas (Maia)

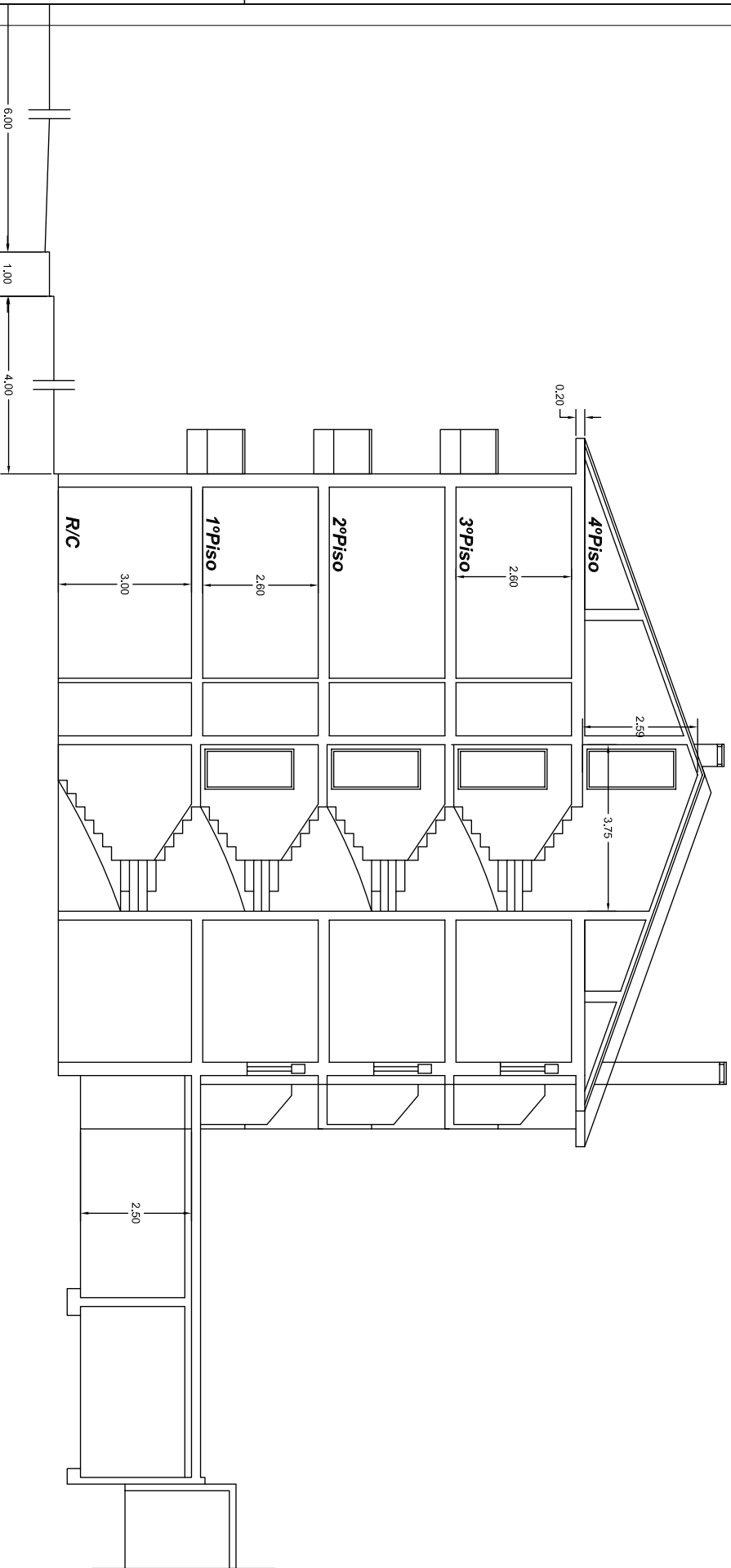
DESIGNAÇÃO:

Planta do 3ºPiso

DESENHO Nº 15/ 16

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: ESC. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:

26 de Junho de 1982

ESPECIALIDADE:

Arquitectura

OBRA:

Caso nº2 - Edifício Habitacional Maia

LOCAL:

Gaveto das Ruas de Ceuta e de Serafim Alves
da Cruz - Freguesia Águas Santas (Maia)

DESIGNAÇÃO:

Corte

DESENHO Nº 16/ 16

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins

Preencha todos os espaços a cinza claro**Elementos**

Técnico

Membro da N° Data 2011

DADOS DE EDIFÍCIO EM AVALIAÇÃO**Dados Gerais**

Edifício Edifício Misto_Caso 2

Concelho Maia (Porto) Distritos Porto

Local Gaveto entre Rua de Ceuta e Serafim Alves Cruz

N° de Pisos 4 Data 11-04-2011

Identificação do Projecto

Tipo de Edifício Misto Área útil (m²) 1281,94

Utilização do Edifício Residencial_Permanente Pé direito médio ponderado 2,64

Tipologia do edifício Diversas Tipologias Altura do Edificado [m] 14,6

Ano de Construção 1982 Período de Vida do Edificado 29

DIMENSÕES EM PLANTA

x - Comprimento [m] 21,15 y - Largura [m] 13,55

Zonamento Sísmico

Zonamento sísmico *Ação Tipo I* 1.6 *Ação Tipo II* 2.5

Caracterização Construtiva Construção Mista

Tipo de Solo A

Ductilidade do Edifício DCM - Média Ductilidade

Valor de Coeficiente ψ_2 0,3

Identificação dos Materiais Aplicados

PISOS	BETÃO	f_{cd} [MPa]	f_{ctd} [MPa]	β_c	AÇO	f_{syd} [MPa]
1	C20/25	13,3	1,07	0,665	A 235	204
2	C20/25	13,3	1,07	0,665	A 235	204
3	C20/25	13,3	1,07	0,665	A 400	348
4	C20/25	13,3	1,07	0,665	A 400	348

TABELA 2 - DIMENSÕES DOS PILARES, PAREDES, SEGUNDO Xx's

PISOS	DESIGN.	DIMENSÕES		ÁREA	I	E.I	d	L.d	ΣI	ΣL.d	Cr _x	Cm _x	x
		b [m]	h [m]										
1	P1	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010	0,02524	0,3	10,77892	10,57500	-0,20392
	P2	0,30	0,30	0,09000	0,00068		5	0,00340					
	P3	0,30	0,30	0,09000	0,00068		8	0,00544					
	P4	0,30	0,30	0,09000	0,00068		13	0,00884					
	P5	0,30	0,30	0,09000	0,00068		16	0,01088					
	P6	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21	0,01428					
	P7	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
	P8	0,20	0,40	0,08000	0,00107		5	0,00535					
	P9	0,20	0,40	0,08000	0,00107		8	0,00856					
	P10	0,20	0,40	0,08000	0,00107		13	0,01391					
	P11	0,20	0,40	0,08000	0,00107		16	0,01712					
	P12	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21	0,01428					
	P13	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
	P14	0,20	0,30	0,06000	0,00045		5	0,00225					
	P15	0,20	0,40	0,08000	0,00107		8	0,00856					
	P16	0,20	0,40	0,08000	0,00107		13	0,01391					
	P17	0,20	0,40	0,08000	0,00107		16	0,01712					
	P18	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21	0,01428					
	P19	0,20	0,40	0,08000	0,00107		5	0,00535					
	P20	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
	P21	0,20	0,40	0,08000	0,00107		8	0,00856					
	P22	0,20	0,60	0,12000	0,00360		14,5	0,05220					
	P23	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21	0,01428					
	P24	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
	P25	0,30	0,30	0,09000	0,00068		5	0,00340					
	P26	0,30	0,30	0,09000	0,00068		8	0,00544					
	P27	0,30	0,30	0,09000	0,00068		14,5	0,00986					
	P28	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21	0,01428					
2	P1	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010	0,01713	0,2	10,41068	10,57500	0,16432
	P2	0,30	0,30	0,09000	0,00068		5	0,00340					
	P3	0,30	0,30	0,09000	0,00068		8	0,00544					
	P4	0,30	0,30	0,09000	0,00068		13	0,00884					
	P5	0,30	0,30	0,09000	0,00068		16	0,01088					
	P6	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21	0,01428					
	P7	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
	P8	0,20	0,30	0,06000	0,00045		5	0,00225					
	P9	0,20	0,30	0,06000	0,00045		8	0,00360					
	P10	0,20	0,30	0,06000	0,00045		13	0,00585					
	P11	0,20	0,30	0,06000	0,00045		16	0,00720					
	P12	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21	0,01428					
	P13	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
	P14	0,20	0,30	0,06000	0,00045		5	0,00225					
	P15	0,20	0,30	0,06000	0,00045		8	0,00360					
	P16	0,20	0,30	0,06000	0,00045		13	0,00585					
	P17	0,20	0,30	0,06000	0,00045		16	0,00720					
	P18	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21	0,01428					
	P19	0,20	0,30	0,06000	0,00045		5	0,00225					
	P20	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
	P21	0,20	0,30	0,06000	0,00045		8	0,00360					
	P22	0,20	0,40	0,08000	0,00107		14,5	0,01552					
	P23	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21	0,01428					
	P24	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
	P25	0,30	0,30	0,09000	0,00068		5	0,00340					
	P26	0,30	0,30	0,09000	0,00068		8	0,00544					
	P27	0,30	0,30	0,09000	0,00068		14,5	0,00986					
	P28	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21	0,01428					
3	P1	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010	0,01131	0,1	10,10314	10,57500	0,47186
	P2	0,30	0,30	0,09000	0,00068		5	0,00340					
	P3	0,30	0,30	0,09000	0,00068		8	0,00544					
	P4	0,20	0,30	0,06000	0,00045		13	0,00585					
	P5	0,20	0,30	0,06000	0,00045		16	0,00720					
	P6	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21	0,01428					
	P7	0,20	0,30	0,06000	0,00045		0,15	0,00007					
	P8	0,20	0,20	0,04000	0,00013		5	0,00065					
	P9	0,20	0,20	0,04000	0,00013		8	0,00104					
	P10	0,20	0,20	0,04000	0,00013		13	0,00169					
	P11	0,20	0,20	0,04000	0,00013		16	0,00208					
	P12	0,20	0,30	0,06000	0,00045		21	0,00945					
	P13	0,20	0,30	0,06000	0,00045		0,15	0,00007					
	P14	0,20	0,20	0,04000	0,00013		5	0,00065					
	P15	0,20	0,20	0,04000	0,00013		8	0,00104					
	P16	0,20	0,20	0,04000	0,00013		13	0,00169					
	P17	0,20	0,20	0,04000	0,00013		16	0,00208					
	P18	0,20	0,20	0,04000	0,00013		21	0,00945					
	P19	0,20	0,20	0,04000	0,00013		5	0,00065					
	P20	0,20	0,30	0,06000	0,00045		0,15	0,00007					
	P21	0,30	0,30	0,09000	0,00068		8	0,00544					
	P22	0,20	0,30	0,06000	0,00045		14,5	0,00653					
	P23	0,20	0,30	0,06000	0,00045		21	0,00945					
	P24	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
	P25	0,30	0,30	0,09000	0,00068		5	0,00340					
	P26	0,30	0,30	0,09000	0,00068		8	0,00544					
	P27	0,20	0,30	0,06000	0,00045		14,5	0,00653					
	P28	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21	0,01428					
4	P1	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010	0,01092	0,1	9,98777	10,57500	0,58723
	P2	0,30	0,30	0,09000	0,00068		5	0,00340					
	P3	0,30	0,30	0,09000	0,00068		8	0,00544					
	P4	0,20	0,30	0,06000	0,00045		13	0,00585					
	P5	0,20	0,30	0,06000	0,00045		16	0,00720					
	P6	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21	0,01428					
	P7	0,20	0,30	0,06000	0,00045		0,15	0,00007					
	P8	0,20	0,20	0,04000	0,00013		5	0,00065					
	P9	0,20	0,20	0,04000	0,00013		8	0,00104					
	P10	0,20	0,20	0,04000	0,00013		13	0,00169					
	P11	0,20	0,20	0,04000	0,00013		16	0,00208					
	P12	0,20	0,30	0,06000	0,00045		21	0,00945					
	P13	0,20	0,30	0,06000	0,00045		0,15	0,00007					
	P14	0,20	0,20	0,04000	0,00013		5	0,00065					
	P15	0,20	0,20	0,04000	0,00013		8	0,00104					
	P16	0,20	0,20	0,04000	0,00013		13	0,00169					
	P17	0,20	0,20	0,04000	0,00013		16	0,00208					
	P18	0,20	0,20	0,04000	0,00013		21	0,00945					
	P19	0,20	0,20	0,04000	0,00013		5	0,00065					
	P20	0,20	0,30	0,06000	0,00045		0,15	0,00007					
	P21	0,20	0,20	0,04000	0,00013		8	0,00104					
	P22	0,20	0,20	0,04000	0,00013		14,5	0,00189					
	P23	0,20	0,30	0,06000	0,00045		21	0,00945					
	P24	0,30	0,30	0,09000	0,00068		0,15	0,00010					
	P25	0,30	0,30	0,09000	0,00068		5	0,00340					
	P26	0,30	0,30	0,09000	0,00068		8	0,00544					
	P27	0,20	0,30	0,06000	0,00045		14,5	0,00653					
	P28	0,30	0,30	0,09000	0,00068		21	0,01428					
Σ				8,080									

CÁLCULO AUXILIAR - ELEMENTOS ESTRUTURAIS

4 - Classificação e Cálculo de Índices de Resistência de Pilares e Colunas Curtas

TABELA 6 - ÍNDICES DE RESISTÊNCIA DE PILARES E COLUNAS CURTAS, NO EIXO DOS Yy's

PISO	DESIGN.	VARIABLES			CLASSIFICĂ C/ESTRUTURĂ	ȚARA	C _{se}	C _c	F	ȚC _{se}	ȚC _c	
		h [m]	D [m]	h,D								
1	P1	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipo C2	0,09	0,004548	1,0				
	P2	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipo C2	0,09	0,004548	1,0				
	P3	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipo C2	0,09	0,004548	1,0				
	P4	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipo C2	0,09	0,004548	1,0				
	P5	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipo C2	0,09	0,004548	1,0				
	P6	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipo C2	0,09	0,004548	1,0				
	P7	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipo C2	0,09	0,004548	1,0				
	P8	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipo C2	0,09	0,004548	1,0				
	P9	3,00	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,08	0,004043	1,0				
	P10	3,00	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,08	0,004043	1,0				
	P11	3,00	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,08	0,004043	1,0				
	P12	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipo C2	0,09	0,004548	1,0				
	P13	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipo C2	0,09	0,004548	1,0				
	P14	3,00	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,08	0,004043	1,0				
	P15	3,00	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,08	0,004043	1,0				
	P16	3,00	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,08	0,004043	1,0				
	P17	3,00	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,08	0,004043	1,0				
	P18	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipo C2	0,09	0,004548	1,0				
	P19	3,00	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,08	0,004043	1,0				
	P20	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipo C2	0,09	0,004548	1,0				
	P21	3,00	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,08	0,004043	1,0				
	P22	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipo C2	0,09	0,004548	1,0				
	P23	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipo C2	0,09	0,004548	1,0				
	P24	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipo C2	0,09	0,004548	1,0				
	P25	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipo C2	0,09	0,004548	1,0				
	P26	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipo C2	0,09	0,004548	1,0				
	P27	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipo C2	0,09	0,004548	1,0				
	P28	3,00	0,30	10,00	Pilar - Tipo C2	0,09	0,004548	1,0				
	2	P1	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0			
		P2	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0			
		P3	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0			
		P4	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0			
P5		2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
P6		2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
P7		2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
P8		2,60	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,06	0,00390	1,0				
P9		2,60	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,06	0,00390	1,0				
P10		2,60	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,06	0,00390	1,0				
P11		2,60	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,06	0,00390	1,0				
P12		2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
P13		2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
P14		2,60	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,06	0,00390	1,0				
P15		2,60	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,06	0,00390	1,0				
P16		2,60	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,06	0,00390	1,0				
P17		2,60	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,06	0,00390	1,0				
P18		2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
P19		2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
P20		2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
P21		2,60	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,06	0,00390	1,0				
P22		2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
P23		2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
P24		2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
P25		2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
P26		2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
P27		2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
P28		2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
3		P1	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0			
		P2	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0			
		P3	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0			
		P4	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0			
	P5	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
	P6	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
	P7	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
	P8	2,60	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,06	0,00390	1,0				
	P9	2,60	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,06	0,00390	1,0				
	P10	2,60	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,06	0,00390	1,0				
	P11	2,60	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,06	0,00390	1,0				
	P12	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
	P13	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
	P14	2,60	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,06	0,00390	1,0				
	P15	2,60	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,06	0,00390	1,0				
	P16	2,60	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,06	0,00390	1,0				
	P17	2,60	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,06	0,00390	1,0				
	P18	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
	P19	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
	P20	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
	P21	2,60	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,06	0,00390	1,0				
	P22	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
	P23	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
	P24	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
	P25	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
	P26	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
	P27	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
	P28	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
	4	P1	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0			
		P2	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0			
		P3	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0			
		P4	2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0			
P5		2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
P6		2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
P7		2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
P8		2,60	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,06	0,00390	1,0				
P9		2,60	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,06	0,00390	1,0				
P10		2,60	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,06	0,00390	1,0				
P11		2,60	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,06	0,00390	1,0				
P12		2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
P13		2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
P14		2,60	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,06	0,00390	1,0				
P15		2,60	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,06	0,00390	1,0				
P16		2,60	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,06	0,00390	1,0				
P17		2,60	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,06	0,00390	1,0				
P18		2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
P19		2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
P20		2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
P21		2,60	0,20	15,00	Pilar - Tipo C2	0,06	0,00390	1,0				
P22		2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
P23		2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
P24		2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
P25		2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
P26		2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
P27		2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				
P28		2,60	0,30	8,67	Pilar - Tipo C2	0,09	0,00584	1,0				

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Sub-Índice E_0

Factores de Redução de Capacidade Sísmica

PISO	φ	C_{sc}	C_c	C_{mar}	F	E_0
1	1,0000	0,0000	0,1254	0,0000	1,0000	0,0878
2	0,8333	0,0000	0,1435	0,0000	1,0000	0,0837
3	0,7143	0,0000	0,1668	0,0000	1,0000	0,0834
4	0,6250	0,0000	0,3113	0,0000	1,0000	0,1362
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000

Tipo de Rotura	B
α_1	0
α_2	1
α_3	0,7

2 - Cálculo do Sub-Índice S_D

Items (q_i)		Variáveis	G_i	R_{Ii}	$q \dots$
a). Regularidade	a	a1	1	1,00	1
b). Relação Comprimento - largura	B	1,56	1	0,50	1
c). Saliência / expansão	c	0,00	0,8	0,50	0,9
d). Contração em Planta	d	0,00	1	0,50	1
e). Átrio ou pátio Interior	R_{ap}	0,00	0,8	0,50	0,9
f). Excentricidade do átrio ou pátio Interior	f_1	0,00	0,9	0,30	0,97
	f_2	0,00	0,9		1
h). Pisos Enterrados	R_{as}	0,00	1	1,00	1,2
i). Uniformidade da altura do Andar	R_h	1,00	1	0,50	1
j). Presença de Pilotis		Não Tem	1	0,50	1

3 - Cálculo do Sub-Índice T

Item a Verificar	Intensidade	Assinala com uma X, as condições que se verificam	Valor do Índice T
Deformação Permanente	Inclinação do edifício devido a assentamento diferencial		1
	Edifício Construído sobre zona de aterro artificial		
	Deformação visível de vigas ou pilares		
	Não apresenta indícios de deformação	X	
Fendas nas Paredes ou Pilares	Infiltração com visível corrosão das armaduras		1
	Fendas inclinadas observadas nos pilares		
	Forte fendilhação nas paredes exteriores		
	Infiltração sem aparente corrosão das armaduras		
	Nenhum dos casos anteriores	X	
Incêndios	Sofreu e não foi reparado		1
	Sofreu mas foi reparado		
	Não sofreu	X	
Ocupação	Armazena produtos químicos		1
	Não armazena produtos perigosos	X	
Período de Vida	Igual ou superior a 30 anos		0,9
	Igual ou superior a 20 anos	X	
	Inferior a 19 Anos		
Acabamentos	Danos significativos nas camadas externas do revestimento		0,9
	Danos significativos nas camadas internas do revestimento		
	Sem problemas	X	

4 - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico

PISO	E_0	S_D	T	I_s
1	0,0878	0,9428	0,9000	0,0745
2	0,0837			0,0710
3	0,0834			0,0708
4	0,1362			0,1156
0	0,0000			0,0000
0	0,0000			0,0000
0	0,0000			0,0000
0	0,0000			0,0000

1ª NÍVEL - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais , em X's

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais

PISO	f	t	B	H	I_N
1	0,5	1	1	1	0
2	0,5	1	1	1	0
3	0,5	1	1	1	0
4	0,5	1	1	1	0

2 - Cálculo do Sub-Índice de Flexibilidade, f

Assinalar a opção com X

PISO	ESTRUTURA				Flexibilidade da Estrutura (G_s)		f	
					Rígida	Fléxivel		
					I	II		
1	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I		X	0,5	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0		
2	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I		X	0,5	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0		
3	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I		X	0,5	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0		
4	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I		X	0,5	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0		
	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I			0	0	0
		Fléxivel	II			0		
	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I			0	0	0
		Fléxivel	II			0		
	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I			0	0	0
		Fléxivel	II			0		
	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I			0	0	0
		Fléxivel	II			0		

3 - Cálculo do Sub-Índice do Estado Actual, *t*

PISO	ESTADO DA ESTRUTURA		<i>t</i>
	Ocorrência de Danos		
	Existe ou é Desconhecido	Não Existe	
1	X		1
2	X		1
3	X		1
4	X		1
			0
			0
			0
			0
			0

4 - Cálculo do Sub-Índice do Grau de Influência, *H*

Assinalar a opção com X

PISO	ESTRUTURA		Situação		<i>H</i>	
			Existe	Não existe		
1	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)	X		1	1
		Outros			0	
2	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)	X		1	1
		Outros			0	
3	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)	X		1	1
		Outros			0	
4	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)	X		1	1
		Outros			0	
	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)			0	0
		Outros			0	
	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)			0	0
		Outros			0	
	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)			0	0
		Outros			0	
	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)			0	0
		Outros			0	
	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)			0	0
		Outros			0	

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Sub-Índice E_0

Factores de Redução de Capacidade Sísmica

PISO	φ	C_{sc}	C_c	C_{mar}	F	E_0
1	1,0000	0,0000	0,1228	0,0000	1,0000	0,0860
2	0,8333	0,0000	0,1435	0,0000	1,0000	0,0837
3	0,7143	0,0000	0,1668	0,0000	1,0000	0,0834
4	0,6250	0,0000	0,3113	0,0000	1,0000	0,1362
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000
0						

Tipo de Rotura

B

 α_1

0

 α_2

1

 α_3

0,7

2 - Cálculo do Sub-Índice S_D

Items (q_i)		Variáveis	G_i	R_{Ii}	$q \dots$
a). Regularidade	a	a1	1	1,00	1
b). Relação Comprimento - largura	B	1,56	1	0,50	1
c). Saliência / expansão	c	0,00	0,8	0,50	0,9
d). Contração em Planta	d	0,00	1	0,50	1
e). Átrio ou pátio Interior	R_{ap}	0,00	0,8	0,50	0,9
f). Excentricidade do átrio ou pátio Interior	f_1	0,00	0,9	0,30	0,97
	f_2	0,00	0,9		1
h). Pisos Enterrados	R_{as}	0,00	1	1,00	1,2
i). Uniformidade da altura do Andar	R_h	1,00	1	0,50	1
j). Presença de Pilotis		Não Tem	1	0,50	1

3 - Cálculo do Sub-Índice T

Item a Verificar	Intensidade	Assinala com uma X, as condições que se verificam	Valor do Índice T
Deformação Permanente	Inclinação do edifício devido a assentamento diferencial		1
	Edifício Construído sobre zona de aterro artificial		
	Deformação visível de vigas ou pilares		
	Não apresenta indícios de deformação	X	
Fendas nas Paredes ou Pilares	Infiltração com visível corrosão das armaduras		1
	Fendas inclinadas observadas nos pilares		
	Forte fendilhação nas paredes exteriores		
	Infiltração sem aparente corrosão das armaduras		
	Nenhum dos casos anteriores	X	
Incêndios	Sofreu e não foi reparado		1
	Sofreu mas foi reparado		
	Não sofreu	X	
Ocupação	Armazena produtos químicos		1
	Não armazena produtos perigosos	X	
Período de Vida	Igual ou superior a 30 anos		0,9
	Igual ou superior a 20 anos	X	
	Inferior a 19 Anos		
Acabamentos	Danos significativos nas camadas externas do revestimento		0,9
	Danos significativos nas camadas internas do revestimento		
		X	
	Sem problemas		

4 - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico

PISO	E_0	S_D	T	I_s
1,0000	0,0860	0,9428	0,9000	0,0729
2,0000	0,0837			0,0710
3,0000	0,0834			0,0708
4,0000	0,1362			0,1156
0,0000	0,0000			0,0000
0,0000	0,0000			0,0000
0,0000	0,0000			0,0000
0,0000	0,0000			0,0000
0,0000	0,0000			0,0000

1º NÍVEL - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais , em Y's

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais

PISO	f	t	B	H	I_N
1	0,5	1	1	1	0
2	0,5	1	1	1	0
3	0,5	1	1	1	0
4	0,5	1	1	1	0

2 - Cálculo do Sub-Índice de Flexibilidade, f

Assinalar a opção com X

PISO	ESTRUTURA			Flexibilidade da Estrutura (G_s)		f	
				Rígida	Fléxivel		
				I	II		
1	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I		X	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0	
2	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I		X	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0	
3	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I		X	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0	
4	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I		X	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0	
	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I			0	0
		Fléxivel	II			0	
	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I			0	0
		Fléxivel	II			0	
	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I			0	0
		Fléxivel	II			0	
	Elementos Não estruturais (G_N)	Rígida	I			0	0
		Fléxivel	II			0	

3 - Cálculo do Sub-Índice do Estado Actual, *t*

PISO	ESTADO DA ESTRUTURA		t
	Ocorrência de Danos		
	Existe ou é Desconhecido	Não Existe	
1	X		1
2	X		1
3	X		1
4	X		1
			0
			0
			0
			0
			0

4 - Cálculo do Sub-Índice do Grau de Influência, *H*

Assinalar a opção com X

PISO	ESTRUTURA		Situação		<i>H</i>	
			Existe	Não existe		
1	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)	X		1	1
		Outros			0	
2	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)	X		1	1
		Outros			0	
3	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)	X		1	1
		Outros			0	
4	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)	X		1	1
		Outros			0	
	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)			0	0
		Outros			0	
	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)			0	0
		Outros			0	
	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)			0	0
		Outros			0	
	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)			0	0
		Outros			0	
	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)			0	0
		Outros			0	

2ª NIVEL - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico, em X's

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Sub-Índice E_0

PISO	φ	C_{sc}	C_c	C_{mar}	F	E_1	E_2	E_3	1º Modo de Rotura	2º Modo de Rotura	E_0
									E_{01}	E_{02}	
1	1,0000	0,0000	0,1254	0,0000	1,0000	0,0000	0,1254	0,0000	0,0878	0,1254	0,1254
2	0,8333	0,0000	0,1435	0,0000	1,0000	0,0000	0,1435	0,0000	0,0837	0,1196	0,1196
3	0,7143	0,0000	0,1668	0,0000	1,0000	0,0000	0,1668	0,0000	0,0834	0,1192	0,1192
4	0,6250	0,0000	0,3113	0,0000	1,0000	0,0000	0,3113	0,0000	0,1362	0,1946	0,1946
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Tipo de Rotura 1

B

α_1

0

α_2

1

α_3

0,7

Tipo de Rotura 2

C

α_1

0

α_2

0

α_3

1

2 - Cálculo do Sub-Índice S_D

Piso	Itens (q_i)		Variáveis	G_i	$R2_i$	$q_{...}$
1	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l	-0,00812	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,58	0,9	1,00	0,9
2	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l	0,00654	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,49	0,9	1,00	0,9
3	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l	0,01879	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,00	0,9	1,00	0,9
4	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l	0,02338	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	1,08	0,9	1,00	0,9
0	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l	0,00000	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,00	0,8	1,00	0,8
0	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l		1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,00	0,8	1,00	0,8
0	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l		1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,00	0,8	1,00	0,8
0	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l		1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,00	0,9	1,00	0,9
	l). Excentricidade entre C_g e C_r	l				
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m				

S_D = a, b, c, d, e, f, h, i, j =

0,943

3 - Cálculo do Sub-Índice T

Piso	Elementos Estruturais	Grau	FISSURAS E DEFORMAÇÕES ESTRUTURAIS			DETERIORAÇÃO E INATIVIDADE ESTRUTURAL			Ti
			A	B	C	A	B	C	
1	Laje	N<1/9							1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares			0,0050			0,0050		
	Sub-Total		0	0,005	0	0	0,005	0	
	Total		$P_s =$	0,005		$P_t =$	0,005		
2	Laje	N<1/9							1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares			0,0050			0,0050		
	Sub-Total		0	0,005	0	0	0,005	0	
	Total		$P_s =$	0,005		$P_t =$	0,005		
3	Laje	N<1/9							1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares			0,0050			0,0050		
	Sub-Total		0	0,005	0	0	0,005	0	
	Total		$P_s =$	0,005		$P_t =$	0,005		
4	Laje	N<1/9							1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares			0,0050			0,0050		
	Sub-Total		0	0,005	0	0	0,005	0	
	Total		$P_s =$	0,005		$P_t =$	0,005		
0	Laje	N<1/9							1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares			0,0050			0,0050		
	Sub-Total		0	0,005	0	0	0,005	0	
	Total		$P_s =$	0,005		$P_t =$	0,005		
0	Laje	N<1/9							1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares								
	Sub-Total		0	0	0	0	0	0	
	Total		$P_s =$	0		$P_t =$	0		
0	Laje	N<1/9							1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares								
	Sub-Total		0	0	0	0	0	0	
	Total		$P_s =$	0		$P_t =$	0		
0	Laje	N<1/9							1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares								
	Sub-Total		0	0	0	0	0	0	
	Total		$P_s =$	0		$P_t =$	0		
0	Laje								1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares								
	Sub-Total		0	0	0	0	0	0	
	Total		$P_s =$	0		$P_t =$	0		

4 - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico

PISO	E_0	S_D	T	I_s
1	0,1254	0,8486	1,0000	0,1064
2	0,1196	0,8486	1,0000	0,1015
3	0,1192	0,8486	1,0000	0,1011
4	0,1946	0,8486	1,0000	0,1651
0	0,0000	0,8486	1,0000	0,0000
0	0,0000	0,8486	1,0000	0,0000
0	0,0000	0,8486	1,0000	0,0000
0	0,0000	0,8486	1,0000	0,0000

2º NÍVEL - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais, em X's**CALCULO DOS SUB-ÍNDICES****1 - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais**

PISO	B _j	h _j	W _j	H _j	L _j	ΣL _j	ΣB _j *W _j *H _j *	I _N
1	0,200	3,000	0,929	0,500	6,125	42,300	0,56875	0,013
2	0,200	2,600	0,871	1,000	6,125	42,300	1,0675	0,025
3	0,200	2,600	0,871	1,000	6,125	42,300	1,0675	0,025
4	0,200	2,600	0,871	1,000	6,125	42,300	1,0675	0,025

2 - Cálculo do Sub-Índice de Flexibilidade

PISO	Historial de Danos Sofridos	Anos que passaram			t		f	B
		g _y						
		1	2	3				
1	g _H	1			0	0,2	0	0,2
		2	X		0,2			
		3			0			
2	g _H	1			0	0,2	0	0,2
		2	X		0,2			
		3			0			
3	g _H	1			0	0,2	0	0,2
		2	X		0,2			
		3			0			
4	g _H	1			0	0,2	0	0,2
		2	X		0,2			
		3			0			
	g _H	1			0	0		0
		2			0			
		3			0			
	g _H	1			0	0		0
		2			0			
		3			0			
	g _H	1			0	0		0
		2			0			
		3			0			
	g _H	1			0	0		0
		2			0			
		3			0			

3 - Cálculo do Sub-Índice Ambiental, e

PISO	Tipo de Ambiente	com uma X, as condições que se	Sub-índice e
1	Rua Pública,	X	1
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
2	Rua Pública,	X	1
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
3	Rua Pública,	X	1
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
4	Rua Pública,	X	1
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
	Rua Pública,		0
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
	Rua Pública,		0
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
	Rua Pública,		0
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
	Rua Pública,		0
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0

4 - Cálculo do Sub-Índice de Detenção de Quedas, c

PISO	Condição de Supressão	Assinala com uma X, as condições que se verificam	Sub-índice c	
1	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por		0	0,5
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas	X	0,5	
	Outros		0	
2	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
3	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
4	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por		0	0
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros		0	
	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por		0	0
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros		0	
	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por		0	0
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros		0	
	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por		0	0
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros		0	
	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por		0	0
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros		0	

2ª NIVEL - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico, em Y's

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Sub-Índice E_0

PISO	η	C_{sc}	C_c	C_{mar}	F	E_1	E_2	E_3	1º Modo de Rotura	2º Modo de Rotura	E_0
									E_{01}	E_{02}	
1	1,0000	0,0000	0,1228	0,0000	1,0000	0,0000	0,1228	0,0000	0,0860	0,1228	0,1228
2	0,8333	0,0000	0,1435	0,0000	1,0000	0,0000	0,1435	0,0000	0,0837	0,1196	0,1196
3	0,7143	0,0000	0,1668	0,0000	1,0000	0,0000	0,1668	0,0000	0,0834	0,1192	0,1192
4	0,6250	0,0000	0,3113	0,0000	1,0000	0,0000	0,3113	0,0000	0,1362	0,1946	0,1946
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0	1,2500	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Tipo de Rotura 1

α_1 α_2 α_3

Tipo de Rotura 2

α_1 α_2 α_3

2 - Cálculo do Sub-Índice S_D

Piso	Items (q_i)		Variáveis	G_i	$R2_i$	$q_{...}$
1	l). Excentricidade entre Cg e Cr	l	-0,00255	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,81	0,9	1,00	0,9
2	l). Excentricidade entre Cg e Cr	l	-0,00345	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,48	0,9	1,00	0,9
3	l). Excentricidade entre Cg e Cr	l	-0,03468	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,00	0,9	1,00	0,9
4	l). Excentricidade entre Cg e Cr	l	-0,04094	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	1,09	0,9	1,00	0,9
0	l). Excentricidade entre Cg e Cr	l	0,00000	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,00	0,8	1,00	0,8
0	l). Excentricidade entre Cg e Cr	l		1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,00	0,8	1,00	0,8
0	l). Excentricidade entre Cg e Cr	l		1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,00	0,8	1,00	0,8
0	l). Excentricidade entre Cg e Cr	l		1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,00	0,9	1,00	0,9
	l). Excentricidade entre Cg e Cr	l				
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m				

S_D (a, b, c, d, e, f, h, i, j) = 0,943

3 - Cálculo do Sub-Índice T

Piso	Elementos Estruturais	Grau	FISSURAS E DEFORMAÇÕES ESTRUTURAIS			DETERIORAÇÃO E INACTIVIDADE ESTRUTURAL			Ti
			A	B	C	A	B	C	
1	Laje	N<1/9							1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares			0,0050			0,0050		
	Sub-Total		0	0,005	0	0	0,005	0	
	Total		$P_S =$	0,005		$P_t =$	0,005		
2	Laje	N<1/9							1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares			0,0050			0,0050		
	Sub-Total		0	0,005	0	0	0,005	0	
	Total		$P_S =$	0,005		$P_t =$	0,005		
3	Laje	N<1/9							1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares			0,0050			0,0050		
	Sub-Total		0	0,005	0	0	0,005	0	
	Total		$P_S =$	0,005		$P_t =$	0,005		
4	Laje	N<1/9							1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares			0,0050			0,0050		
	Sub-Total		0	0,005	0	0	0,005	0	
	Total		$P_S =$	0,005		$P_t =$	0,005		
0	Laje	N<1/9							1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares			0,0050			0,0050		
	Sub-Total		0	0,005	0	0	0,005	0	
	Total		$P_S =$	0,005		$P_t =$	0,005		
0	Laje								1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares								
	Sub-Total		0	0	0	0	0	0	
	Total		$P_S =$	0		$P_t =$	0		
0	Laje								1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares								
	Sub-Total		0	0	0	0	0	0	
	Total		$P_S =$	0		$P_t =$	0		
0	Laje								1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares								
	Sub-Total		0	0	0	0	0	0	
	Total		$P_S =$	0		$P_t =$	0		
0	Laje								1,000
	Viga								
	Paredes e Pilares								
	Sub-Total		0	0	0	0	0	0	
	Total		$P_S =$	0		$P_t =$	0		

4 - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico

PISO	E_0	S_D	T	I_s
1	0,1228	0,8486	1,0000	0,1042
2	0,1196	0,8486	1,0000	0,1015
3	0,1192	0,8486	1,0000	0,1011
4	0,1946	0,8486	1,0000	0,1651
0	0,0000	0,8486	1,0000	0,0000
0	0,0000	0,8486	1,0000	0,0000
0	0,0000	0,8486	1,0000	0,0000
0	0,0000	0,8486	1,0000	0,0000

2º NÍVEL - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais, em Y's**CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES****1 - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais**

PISO	B _j	h _j	W _j	H _j	L _j	ΣL _j	ΣB _j *W _j *H _j *	I _N
1	0,200	3,000	0,929	0,500	3,050	27,100	0,283214	0,010
2	0,200	2,600	0,871	1,000	3,050	27,100	0,531571	0,020
3	0,200	2,600	0,871	1,000	3,050	27,100	0,531571	0,020
4	0,200	2,600	0,871	1,000	3,050	27,100	0,531571	0,020

2 - Cálculo do Sub-Índice de Flexibilidade

PISO	Historial de Danos Sofridos	Anos que passaram			t		f	B
		g y						
		1	2	3				
1	gH	1			0	0,2	0	0,2
		2	X		0,2			
		3			0			
2	gH	1			0	0,2	0	0,2
		2	X		0,2			
		3			0			
3	gH	1			0	0,2	0	0,2
		2	X		0,2			
		3			0			
4	gH	1			0	0,2	0	0,2
		2	X		0,2			
		3			0			
	gH	1			0	0		0
		2			0			
		3			0			
	gH	1			0	0		0
		2			0			
		3			0			
	gH	1			0	0		0
		2			0			
		3			0			
	gH	1			0	0		0
		2			0			
		3			0			
	gH	1			0	0		0
		2			0			
		3			0			

3 - Cálculo do Sub-Índice Ambiental, e

PISO	Tipo de Ambiente	com uma X, as condições que se	Sub-índice e
1	Rua Pública,	X	1
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
2	Rua Pública,	X	1
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
3	Rua Pública,	X	1
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
4	Rua Pública,	X	1
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
	Rua Pública,		0
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
	Rua Pública,		0
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
	Rua Pública,		0
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0
	Rua Pública,		0
	Rua Privada, Estrada Local,		0
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas		0

4 - Cálculo do Sub-Índice de Detenção de Quedas, c

PISO	Condição de Supressão	Assinala com uma X, as condições que se verificam	Sub-índice c	
1	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	0,5
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas	X	0,5	
	Outros		0	
2	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
3	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
4	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	0
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros		0	
	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	0
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros		0	
	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	0
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros		0	
	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	0
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros		0	
	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	0
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros		0	

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

Cálculo de índices para diferentes tipos de Sismo

a_{gR}	0,35	γ_1	1	S_1	1,35	$a_{gR} \cdot \gamma_1 \cdot S_2$	0,4725
a_{gR}	0,8	γ_2	1	S_2	1,35	$a_{gR} \cdot \gamma_2 \cdot S_3$	1,08

Classe de Importância

II

$a_{gR} \cdot \gamma \cdot S$ 1,08

Tipo de Estrutura Sistema em Pórtico

α_u / α_1 1,3

Sistema Estrutural

Pórtico, misto, Paredes acopladas

Ductilidade do Edifício

DCM - Média Ductilidade

- Verificação de Critérios de Regularidade em Altura

Condição

L		L2	
L1		L3	
λ	0,85		

Verificação

0

0

q_{0DCM} 3,9

q_0 3,9

K_x 0,690

$K w_x$ 0,690

q_x 2,692

q_{0DCH} 5,85

K_y 1,077

$K w_y$ 1,000

q_y 3,900

I_{s0x} = 0,087

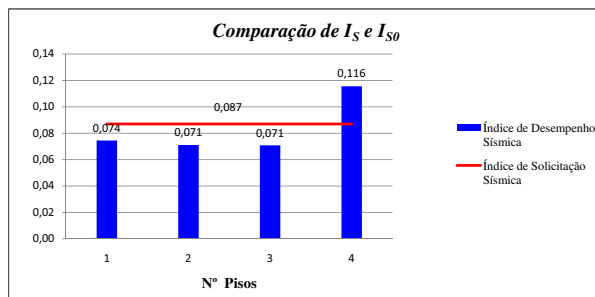
I_{s0y} = 0,060

Verificação da Vulnerabilidade Sísmica de Elementos Estruturais - Eixo X's

COMPARAÇÃO DE ELEMENTOS ESTRUTURAIS

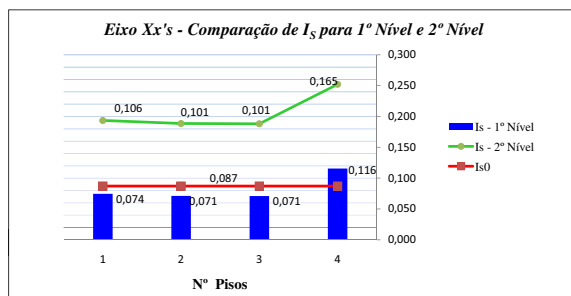
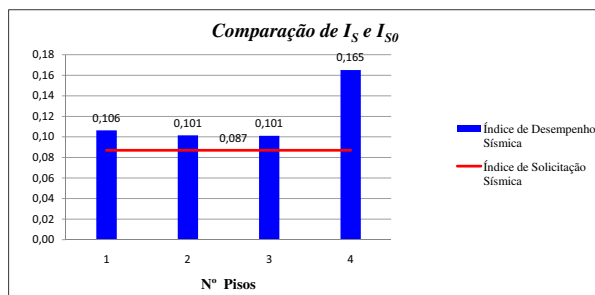
COMPARAÇÃO DE I_s e I_{s0} 1º NÍVEL DE AVALIAÇÃO

PISO	E_0	S_D	T	I_s	I_{s0}	VERIFICAÇÃO SEGURANÇA À ACÇÃO SÍSMICA
1	0,088	0,943	0,900	0,074	0,087	Não verifica a segurança à acção sísmica
2	0,084			0,071	0,087	Não verifica a segurança à acção sísmica
3	0,083			0,071	0,087	Não verifica a segurança à acção sísmica
4	0,136			0,116	0,087	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica



VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA DO EDIFICADO NO 2º NÍVEL DE AVALIAÇÃO

PISO	E_0	S_D	T	I_s	I_{s0}	VERIFICAÇÃO SEGURANÇA À ACÇÃO SÍSMICA
1	0,125	0,849	1,000	0,106	0,087	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
2	0,120	0,849	1,000	0,101	0,087	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
3	0,119	0,849	1,000	0,101	0,087	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
4	0,195	0,849	1,000	0,165	0,087	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica

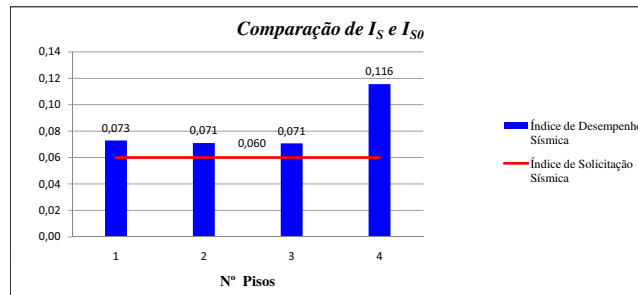


Verificação da Vulnerabilidade Sísmica de Elementos Estruturais - Eixo Y's

COMPARAÇÃO DE ELEMENTOS ESTRUTURAIS

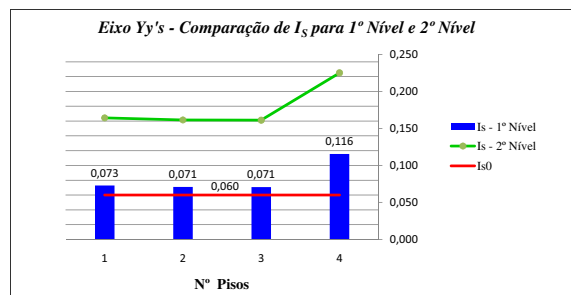
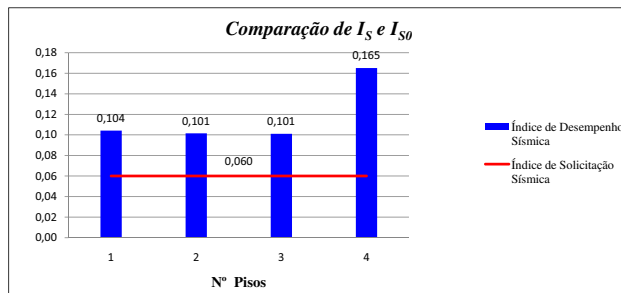
COMPARAÇÃO DE I_s e I_{s0} 1º NÍVEL DE AVALIAÇÃO

PISO	E_0	S_D	T	I_s	I_{s0}	VERIFICAÇÃO SEGURANÇA Á ACÇÃO SÍSMICA
1	0,086	0,943	0,900	0,073	0,060	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
2	0,084			0,071	0,060	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
3	0,083			0,071	0,060	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
4	0,136			0,116	0,060	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica

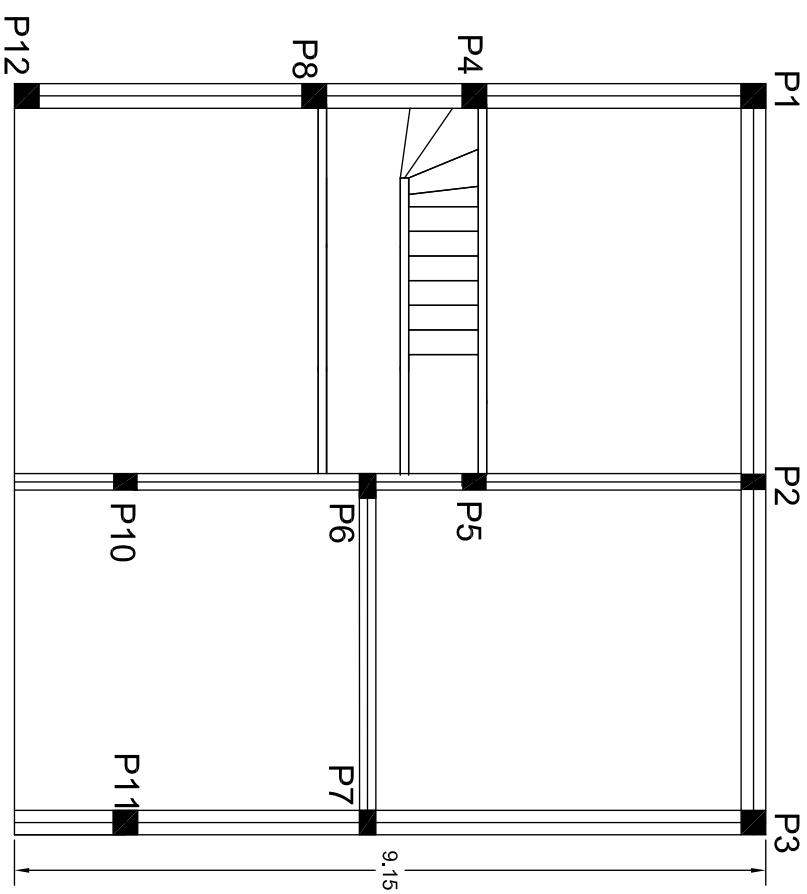
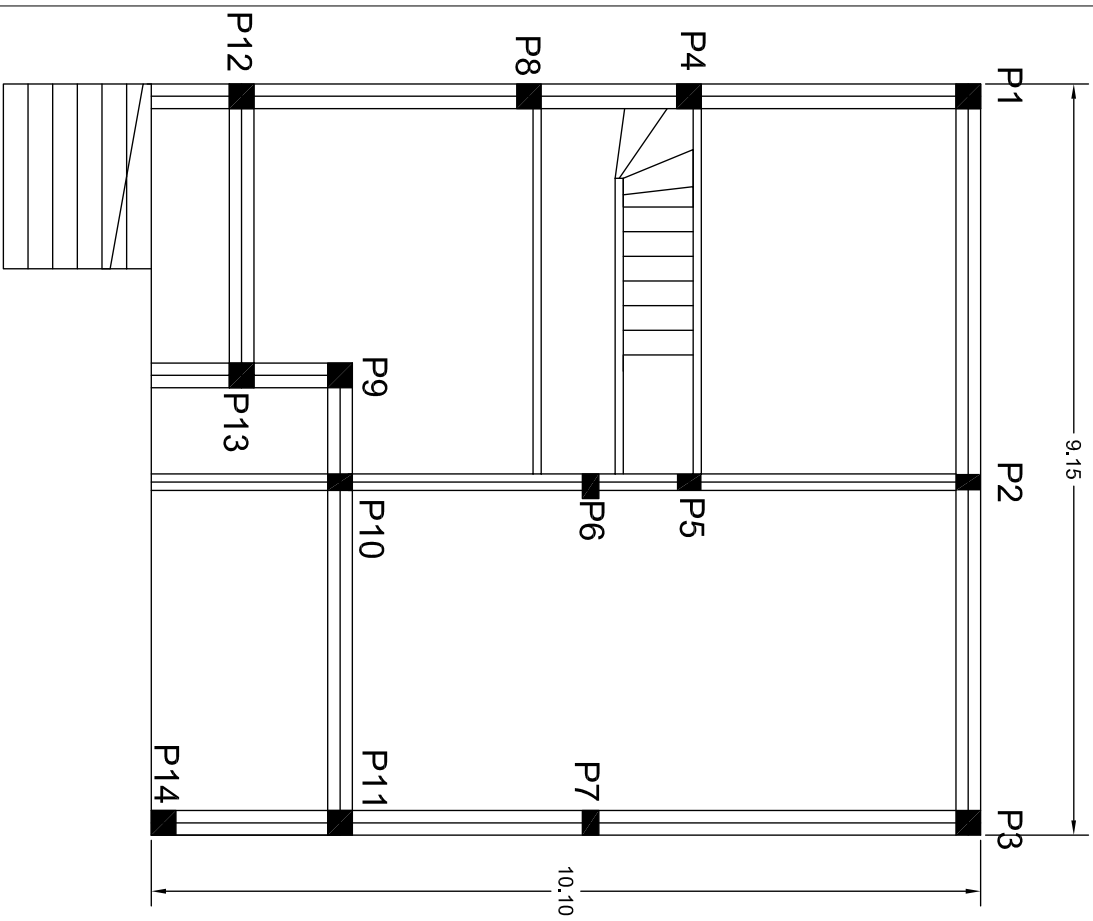


VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA DO EDIFICADO NO 2º NÍVEL DE AVALIAÇÃO

PISO	E_0	S_D	T	I_s	I_{s0}	VERIFICAÇÃO SEGURANÇA Á ACÇÃO SÍSMICA
1	0,123	0,849	1,000	0,104	0,060	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
2	0,120	0,849	1,000	0,101	0,060	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
3	0,119	0,849	1,000	0,101	0,060	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
4	0,195	0,849	1,000	0,165	0,060	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica



A.2.3 CASO DE ESTUDO Nº3



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: ESC. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:
Janeiro de 1977

OBRA: Caso nº3 - Moradia Residencial Avanca

ESPECIALIDADE: Estabilidade

LOCAL: Rua da Arada - Freguesia de Avanca
(Estorreja)

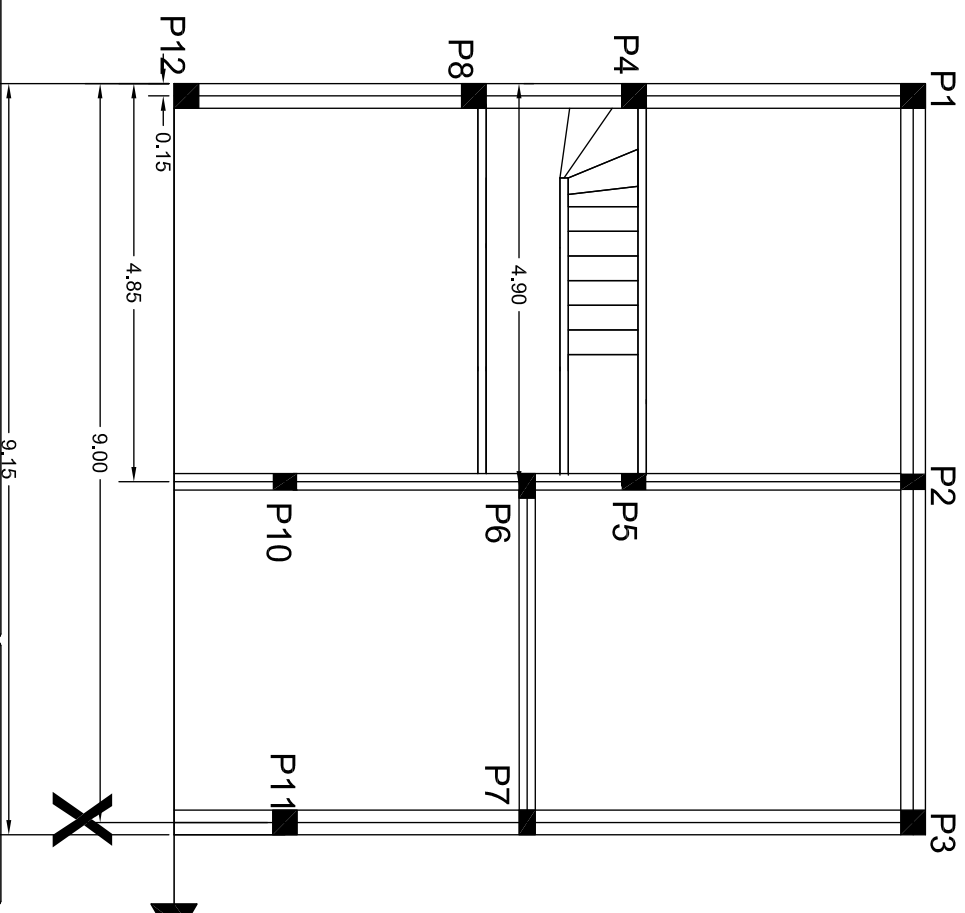
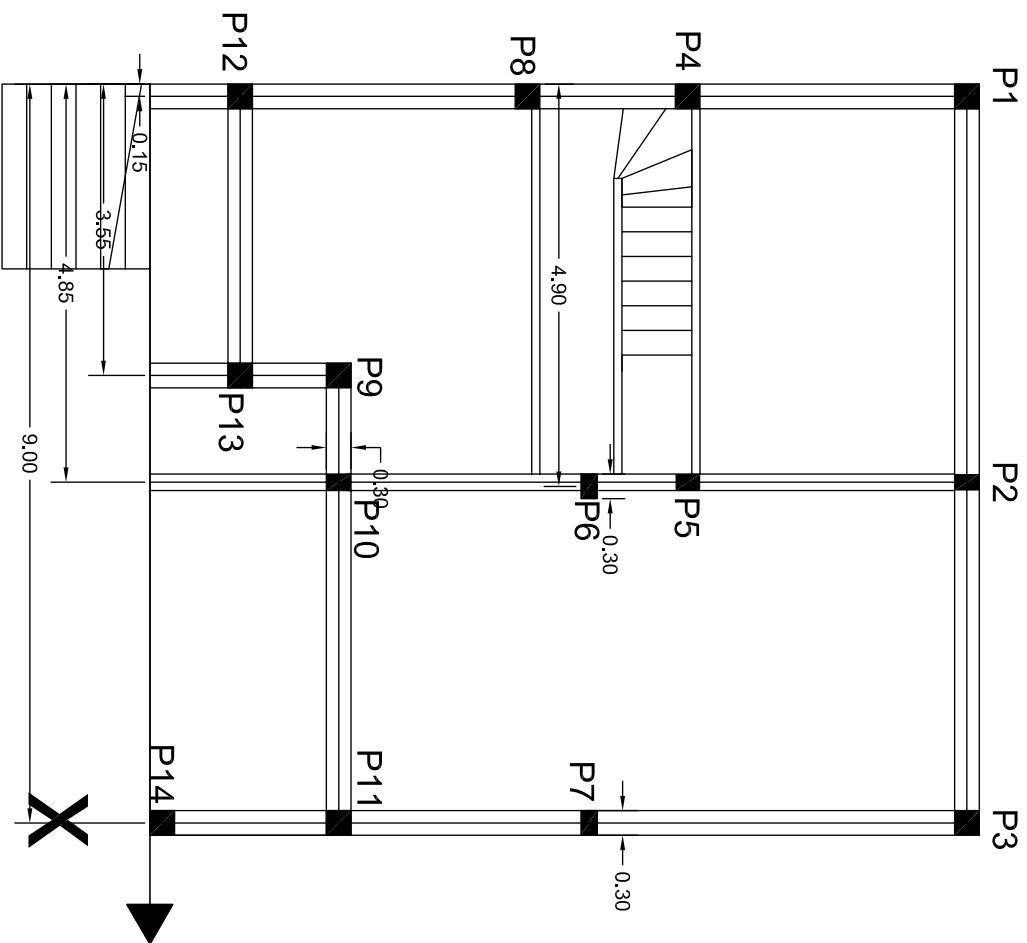
Plantas estruturais

DESIGNAÇÃO: Planta do Rés-do-Chão e 1ºPiso

DESENHO Nº 1 / 8

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

Jeniffer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: ESC. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:
Janeiro de 1977

ESPECIALIDADE: Estabilidade

Plantas estruturais

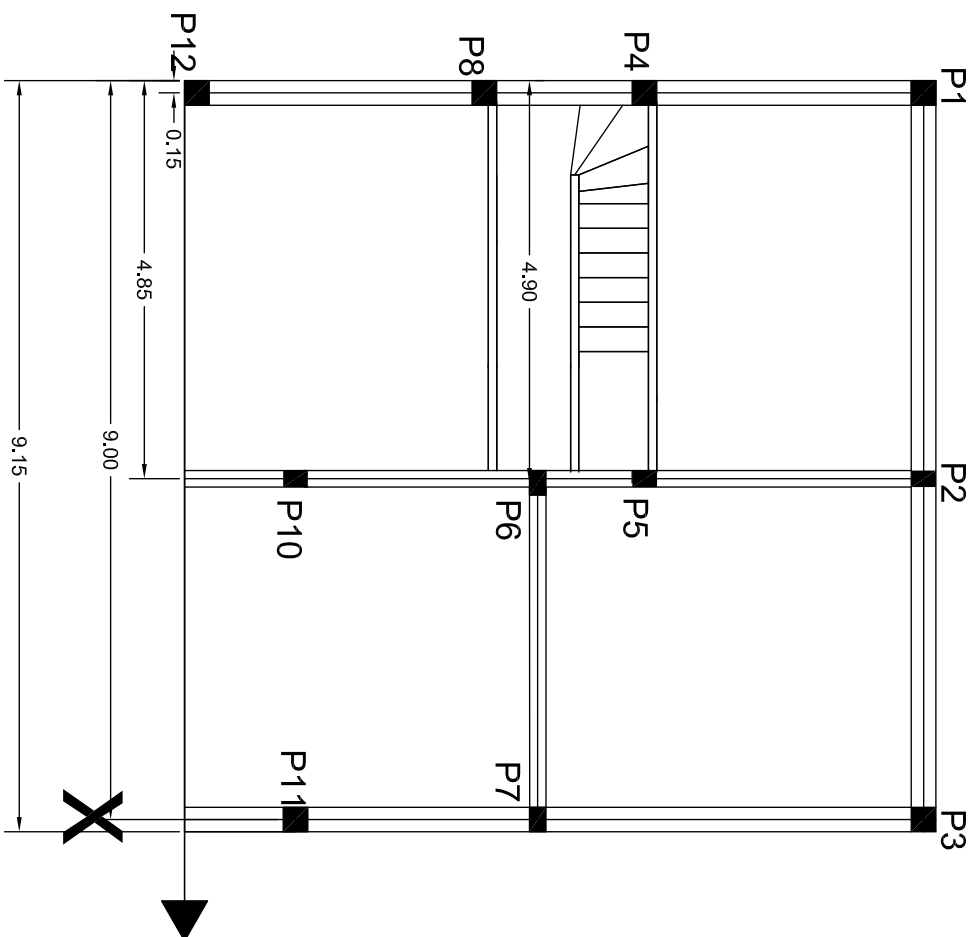
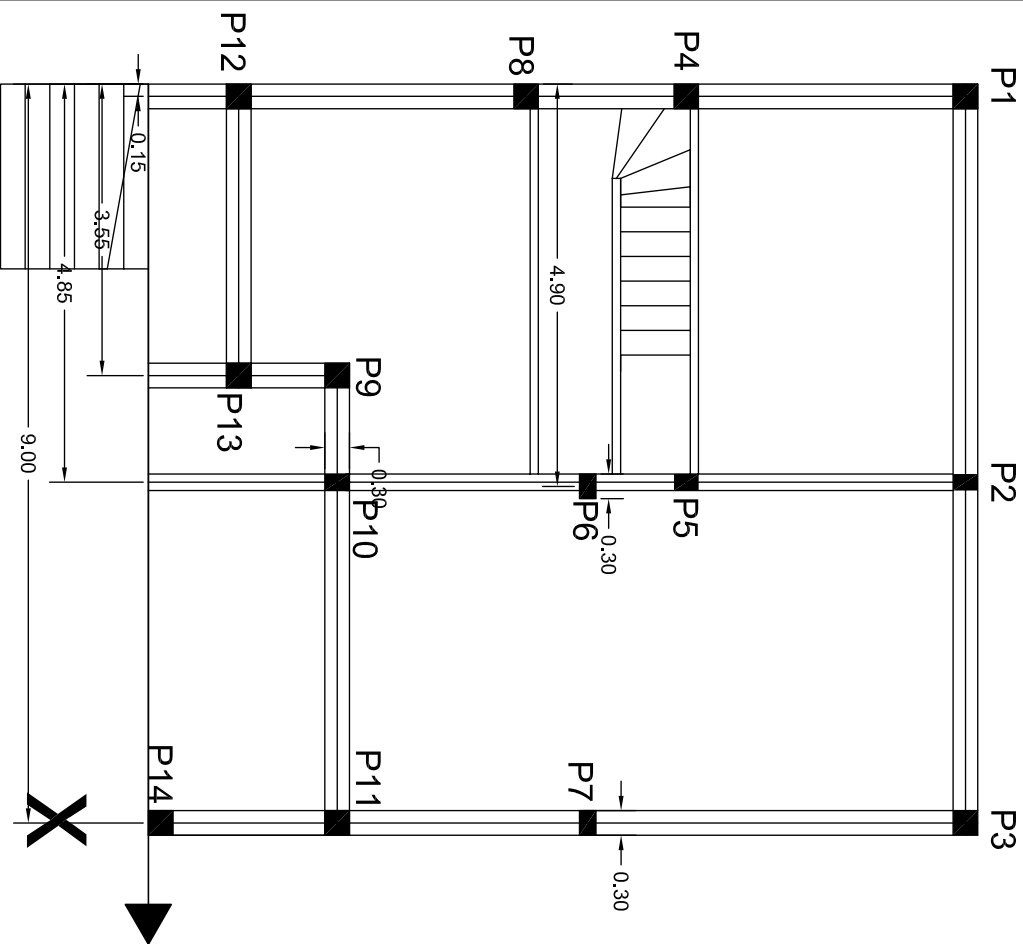
DESENHO Nº 2/8

OBRA: Caso nº3 - Moradia Residencial Avanca

LOCAL: Rua da Arada - Freguesia de Avanca
(Estorreja)

DESIGNAÇÃO: Planta do 2ºPiso

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"
Jennifer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: ESC. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:
Janeiro de 1977

ESPECIALIDADE: Estabilidade

Referencial Eixo X

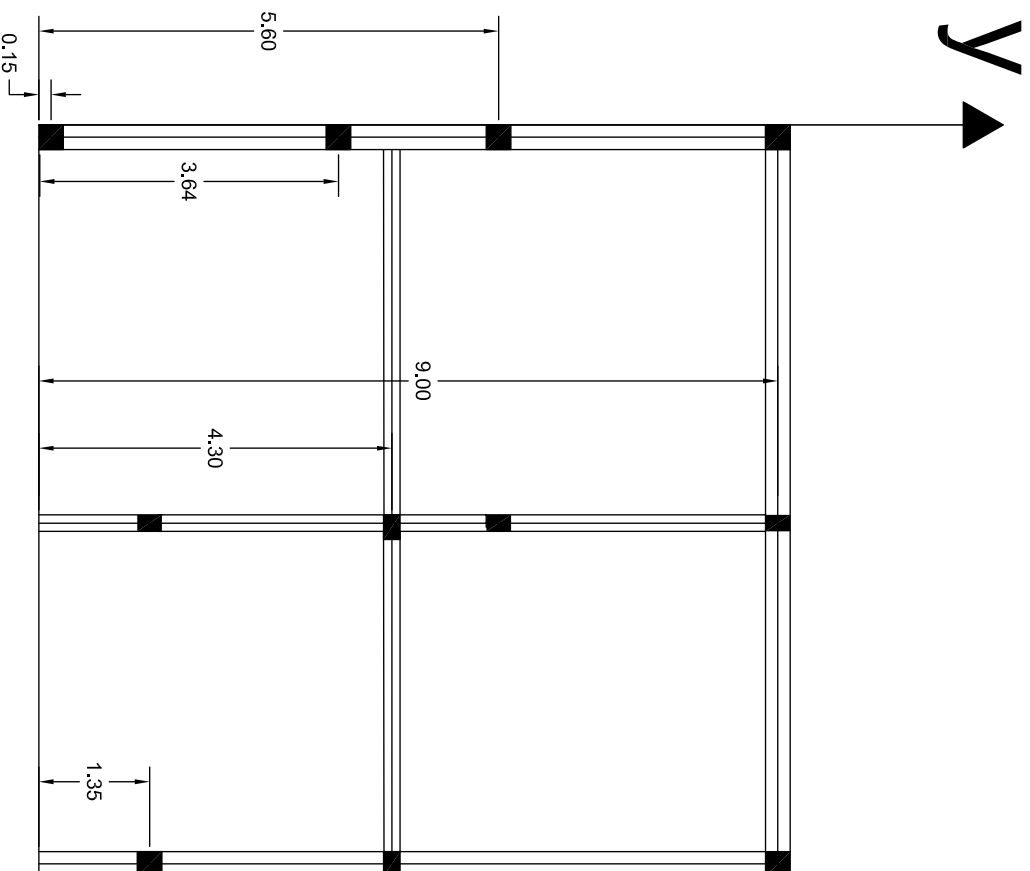
DESENHO Nº 3/8

OBRA: Caso nº3 - Moradia Residencial Avanca

LOCAL: Rua da Arada - Freguesia de Avanca
(Estorreja)

DESIGNAÇÃO: Planta do Rés-do-Chão e 1ºPiso

"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"
Jennifer Martins



Universidade de Aveiro
Departamento de Engenharia Civil
2011

ESCALAS: ESC. 1/100

DATA DE CONSTRUÇÃO:
Janeiro de 1977

OBRA: Caso nº3 - Moradia Residencial Avanca

ESPECIALIDADE: Estabilidade

LOCAL: Rua da Arada - Freguesia de Avanca
(Estorreja)

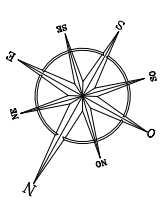
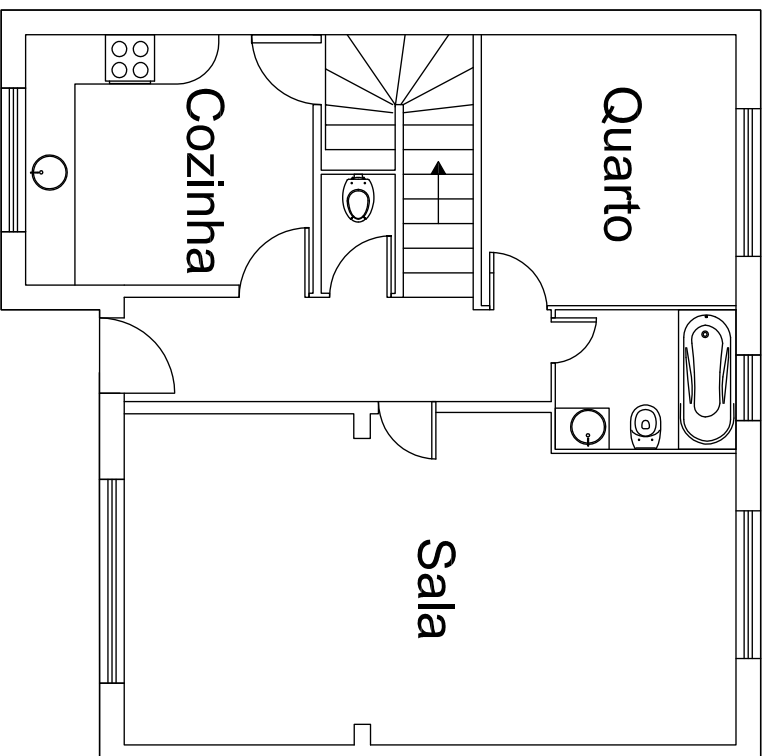
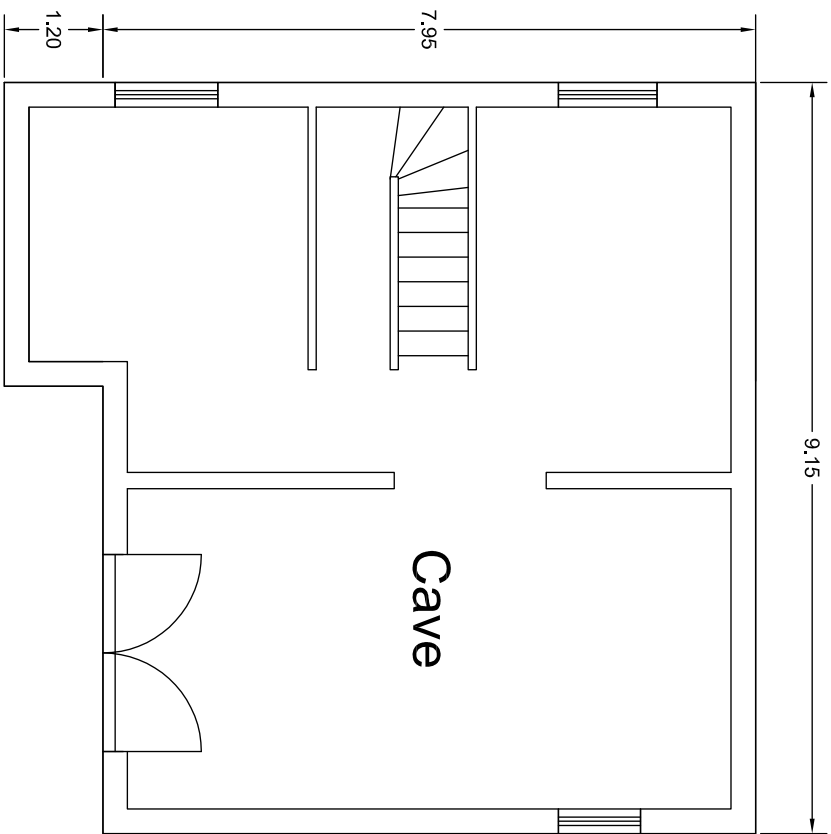
Referencial Eixo Y


DESIGNAÇÃO: Planta do 2ºPiso

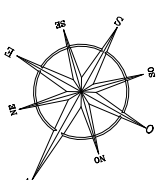
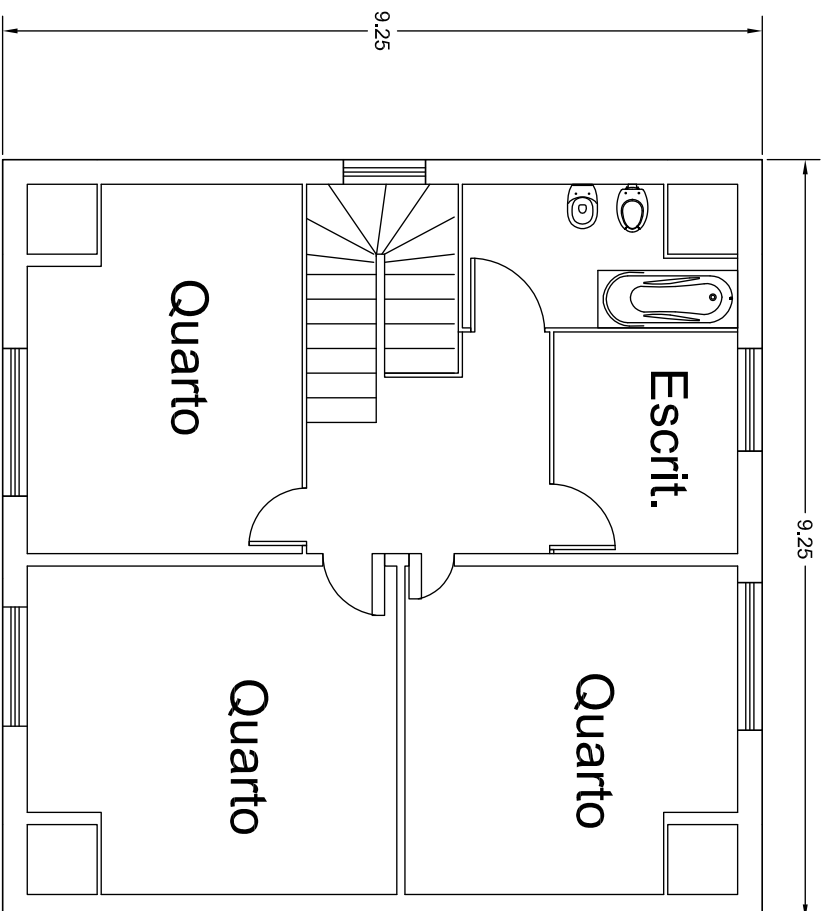
DESENHO Nº: 5/8


"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"

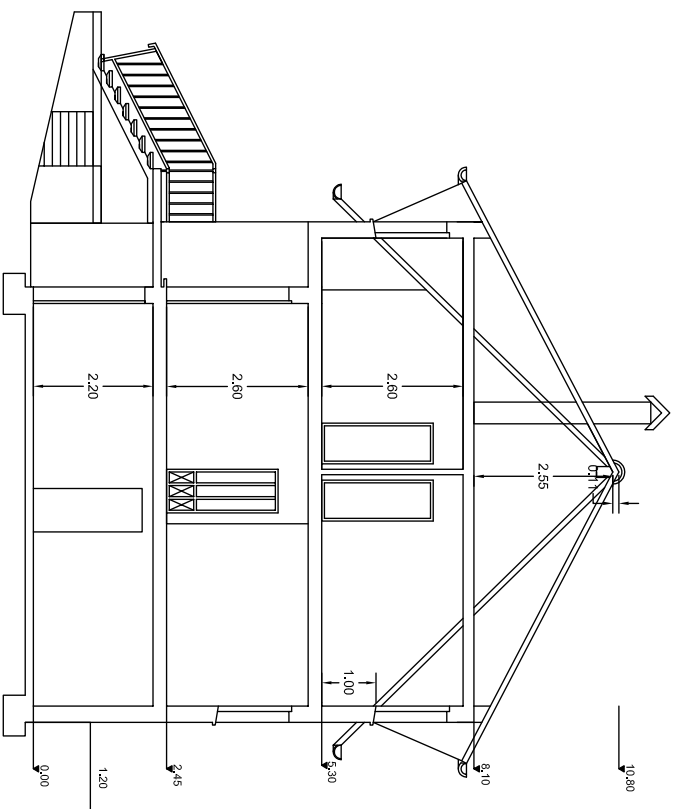
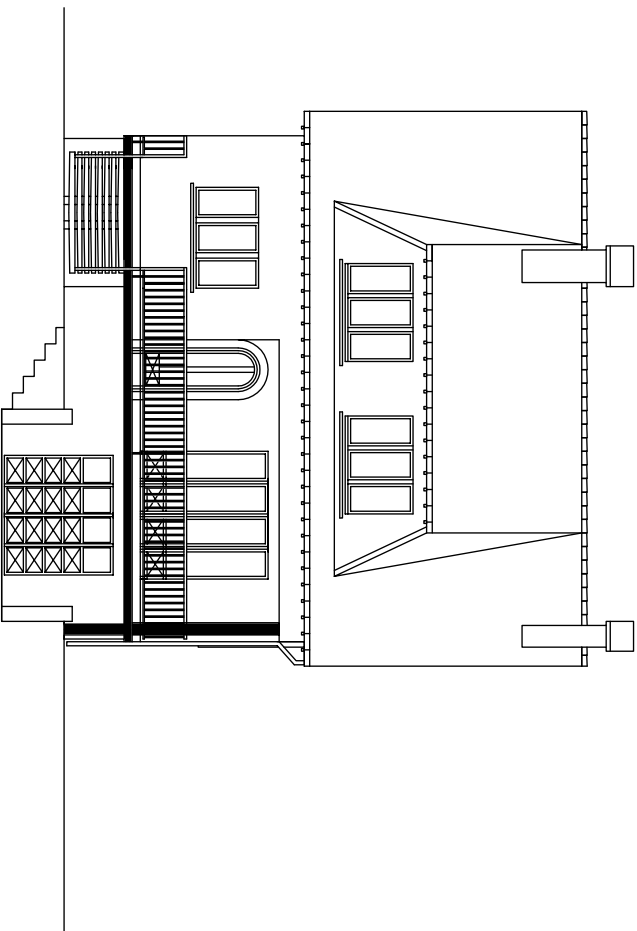
Jeniffer Martins




 Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil 2011		ESCALAS: ESC. 1/100
OBRA: Caso nº3 - Moradia Residencial Avanca		ESPECIALIDADE: Arquitectura
LOCAL: Rua da Arrada - Freguesia de Avanca (Estarreja)		
DESIGNAÇÃO: Planta do Rés-do-Chão e 1ºPiso		DESENHO Nº: 6/8
"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês" Jennifer Martins		



 <p>Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil 2011</p>	ESCALAS:	ESC. 1/100
	DATA DE CONSTRUÇÃO:	Janeiro de 1977
OBRA:	Caso nº3 - Moradia Residencial Avanca	
LOCAL:	Rua da Arada - Freguesia de Avanca (Estorreja)	
DESIGNAÇÃO:	Planta do 2ºPiso	
<p>"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês"</p> <p>Jeniffer Martins</p>		DESENHO Nº 7/8



 Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil 2011		ESCALAS: ESC. 1/100
OBRA: Caso nº3 - Moradia Residencial Avanca		ESPECIALIDADE Arquitectura
LOCAL: Rua da Arada - Freguesia de Avanca (Estorreja)		DATA DE CONSTRUÇÃO: Janeiro de 1977
DESIGNAÇÃO: Alçado Principal e Corte		DESENHO Nº 8/8
"Avaliação da Segurança Sísmica das Construções - Método Japonês" Jennifer Martins		

Preencha todos os espaços a cinza claro

Elementos

Técnico

Membro da N° Data 2011

DADOS DE EDIFÍCIO EM AVALIAÇÃO

Dados Gerais

Edifício Moradia

Concelho Estarreja (Aveiro) Distritos Aveiro

Local Rua da Arada, nº3

Nº de Pisos 3 Data 18-04-2011

Identificação do Projecto

Tipo de Edifício Habitacional Área útil (m²) 259,86

Utilização do Edifício Residencial_Permanente Pé direito médio ponderado 2,5

Tipologia do edifício T4 Altura do Edificado [m] 10,80

Ano de Construção 1977 Período de Vida do Edificado 34

DIMENSÕES EM PLANTA

x - Comprimento [m] 9,15 y - Largura [m] 10,10

Zonamento Sísmico

Zonamento sísmico *Acção Tipo I* 1.6 *Acção Tipo II* 2.4

Caracterização Construtiva Construção Mista

Tipo de Solo A

Ductilidade do Edifício DCM - Média Ductilidade

Valor de Coeficiente ψ_2 0,3

Identificação dos Materiais Aplicados

PISOS	BETÃO	f_{cd} [MPa]	f_{ctd} [MPa]	β_c	AÇO	f_{syd} [MPa]
1	C20/25	13,3	1,07	0,665	A 235	204
2	C20/25	13,3	1,07	0,665	A 235	204
3	C20/25	13,3	1,07	0,665	A 235	204

TABELA 1 - CÁLCULO DO PESO DO PISO

PISO	TIPO DE LAJE	ESP. LAJE	PESO PRÓPRIO DA LAJE	REVEST. + DIVIS.	CARGA PERMANENTE	SOB.	COMBINAÇÃO QUASE PERMANENTE	ÁREA DO PISO	MASSA DO PISO	PESO DO PISO	$\sum W_i$	OBS.:
1	Laje Aligeirada	0,25	3,93	2,50000	6,43	2,00	7,030	92,42	66,23	649,71	1877,05	
2	Laje Aligeirada	0,25	3,93	2,50000	6,43	2,00	7,030	83,72	60,00	588,55	1227,34	
3	Laje Aligeirada	0,35	6,33	1,00000	7,33	1,00	7,630	83,72	65,12	638,78	638,78	Somatório de 2 Lajes, uma correspondente ao 3º Piso, com 20,00 m de esp.
									191,34			

2 - Cálculo da Rigidez

TABELA 4 - Cálculo da Relação Rigidez/ Peso dos Psos

PISO	β	Eixo X's		Eixo Y's	
		R/W	Mi	R/W	Mi
1	0,500000000	0,00000419	0,56646874	0,00000406	0,55996561
2		0,00000475		0,00000455	
3	2,000000000	0,00000913	1,04092769	0,00000874	1,04092769

2 - Cálculo da Rigidez

TABELA 2 - DIMENSÕES DOS PILARES, PAREDES, SEGUNDO XX''

PISOS	DESIGN.	DIMENSÕES				AREA [m ²]	I [m ⁴]	E.I	d [m]	Ld	ZT	ZTd	C _x [m]	Cm _x [m]	x [m]
		b	h	h	h										
1	P1	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010							
	P2	0,20	0,30	0,30	0,06000	0,00045	4,85	0,00218							
	P3	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	9	0,00612							
	P4	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010							
	P5	0,20	0,30	0,30	0,06000	0,00045	4,85	0,00218							
	P6	0,30	0,20	0,20	0,06000	0,00020	4,9	0,00098							
	P7	0,30	0,20	0,20	0,06000	0,00020	0,15	0,00180							
	P8	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	3,35	0,00241							
	P9	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	4,85	0,00218							
	P10	0,20	0,30	0,30	0,06000	0,00045	9	0,00612							
	P11	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010							
	P12	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	3,35	0,00241							
2	P14	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	9	0,00612							
	P1	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010							
	P2	0,20	0,30	0,30	0,06000	0,00045	4,85	0,00218							
	P3	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	9	0,00612							
	P4	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010							
	P5	0,20	0,30	0,30	0,06000	0,00045	4,85	0,00218							
	P6	0,30	0,20	0,20	0,06000	0,00020	4,9	0,00098							
	P7	0,30	0,20	0,20	0,06000	0,00020	0,15	0,00180							
	P8	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010							
	P10	0,20	0,30	0,30	0,06000	0,00045	4,85	0,00218							
	P11	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	9	0,00612							
	P12	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010							
3	P1	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010							
	P2	0,20	0,30	0,30	0,06000	0,00045	4,85	0,00218							
	P3	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	9	0,00612							
	P4	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010							
	P5	0,20	0,30	0,30	0,06000	0,00045	4,85	0,00218							
	P6	0,30	0,20	0,20	0,06000	0,00020	4,9	0,00098							
	P7	0,30	0,20	0,20	0,06000	0,00020	0,15	0,00180							
	P8	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010							
	P10	0,20	0,30	0,30	0,06000	0,00045	4,85	0,00218							
	P11	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	9	0,00612							
	P12	0,30	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010							
	Σ				2,790										
Σ															

TABELA 3 - DIMENSÕES DOS PILARES, PAREDES, SEGUNDO YY''

PISOS	DESIGN.	DIMENSÕES				AREA	I	E.I	d	Ld	ZT	ZTd	G _y	G _m	y
		b	h	h	h										
		mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴		mm	mm		mm	mm	mm	mm
1	P1	0,30	0,30	0,09000	0,00068	9,95	0,00677								
	P2	0,30	0,20	0,06000	0,00020		9,95	0,00199							
	P3	0,30	0,30	0,09000	0,00068		9,95	0,00677							
	P4	0,30	0,30	0,09000	0,00068		6,55	0,00445							
	P5	0,30	0,20	0,06000	0,00020		6,55	0,00131							
	P6	0,20	0,30	0,06000	0,00045		5,35	0,00241							
	P7	0,20	0,30	0,06000	0,00045		5,35	0,00241							
	P8	0,20	0,30	0,06000	0,00068		4,6	0,00313							
	P9	0,30	0,30	0,09000	0,00068		2,3	0,00156							
	P10	0,30	0,20	0,06000	0,00020		2,3	0,00446							
	P11	0,30	0,30	0,09000	0,00068		2,3	0,00156							
	P12	0,30	0,30	0,09000	0,00068		1,1	0,00075							
2	P13	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00075								
	P14	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010								
	P1	0,30	0,30	0,09000	0,00068	9	0,00612								
	P2	0,30	0,20	0,06000	0,00020		9	0,00180							
	P3	0,30	0,30	0,09000	0,00068		9	0,00612							
	P4	0,30	0,30	0,09000	0,00068		5,59	0,00380							
	P5	0,20	0,30	0,06000	0,00020		5,59	0,00112							
	P6	0,20	0,30	0,06000	0,00045		4,3	0,00194							
	P7	0,20	0,30	0,06000	0,00045		4,3	0,00194							
	P8	0,30	0,30	0,09000	0,00068		3,65	0,00248							
	P10	0,30	0,20	0,06000	0,00020		1,35	0,00027							
	P11	0,30	0,30	0,09000	0,00068		1,35	0,00092							
3	P12	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010								
	P1	0,30	0,30	0,09000	0,00068	9	0,00612								
	P2	0,30	0,20	0,06000	0,00020		9	0,00180							
	P3	0,30	0,30	0,09000	0,00068	9	0,00612								
	P4	0,30	0,30	0,09000	0,00068	5,59	0,00380								
	P5	0,30	0,20	0,06000	0,00020	5,59	0,00112								
	P6	0,20	0,30	0,06000	0,00045	4,3	0,00194								
	P7	0,20	0,30	0,06000	0,00045	4,3	0,00194								
	P8	0,20	0,30	0,06000	0,00068	3,65	0,00248								
	P10	0,30	0,20	0,06000	0,00020	1,35	0,00027								
	P11	0,30	0,30	0,09000	0,00068	1,35	0,00092								
	P12	0,30	0,30	0,09000	0,00068	0,15	0,00010								
Σ				2,790											

3 - Classificação e Cálculo de Índices de Resistência de Pilares e Colunas Curtas

TABELA 5 - ÍNDICES DE RESISTÊNCIA DE PILARES E COLUNAS CURTAS, NO EIXO DOS XX''

PISOS	DESIGN.	VARIÁVEIS				CLASSIFICAÇÃO ESTRUTURAL	ÁREA /m ²	C _w	C _c	F	ZC _w	ZC _c
		h _c /m/	D /m/	h _c /D	h _c /J							
1	P1	2,20	0,30	7,33	0,09	Pilar - Tipo C2	0,02320	1,00000	0,022320	1,00000		0,27528
	P2	2,20	0,30	7,33	0,09	Pilar - Tipo C2	0,014880	1,00000	0,014880	1,00000		
	P3	2,20	0,30	7,33	0,09	Pilar - Tipo C2	0,02320	1,00000	0,02320	1,00000		
	P4	2,20	0,30	7,33	0,09	Pilar - Tipo C2	0,02320	1,00000	0,02320	1,00000		
	P5	2,20	0,30	7,33	0,09	Pilar - Tipo C2	0,014880	1,00000	0,014880	1,00000		
	P6	2,20	0,30	7,33	0,09	Pilar - Tipo C2	0,02320	1,00000	0,02320	1,00000		
	P7	2,20	0,20	11,00	0,06	Pilar - Tipo C2	0,014880	1,00000	0,014880	1,00000		
	P8	2,20	0,30	7,33	0,09	Pilar - Tipo C2	0,02320	1,00000	0,02320	1,00000		
	P9	2,20	0,30	7,33	0,09	Pilar - Tipo C2	0,02320	1,00000	0,02320	1,00000		
	P10	2,20	0,30	7,33	0,09	Pilar - Tipo C2	0,014880	1,00000	0,014880	1,00000		
	P11	2,20	0,30	7,33	0,09	Pilar - Tipo C2	0,02320	1,00000	0,02320	1,00000		
	P12	2,20	0,30	7,33	0,09	Pilar - Tipo C2	0,02320	1,00000	0,02320	1,00000		
2	P14	2,20	0,30	7,33	0,09	Pilar - Tipo C2	0,02320	1,00000	0,02320	1,00000		0,31859
	P1	2,60	0,30	8,67	0,09	Pilar - Tipo C2	0,034135	1,00000	0,034135	1,00000		
	P2	2,60	0,30	8,67	0,09	Pilar - Tipo C2	0,022757	1,00000	0,022757	1,00000		
	P3	2,60	0,30	8,67	0,09	Pilar - Tipo C2	0,034135	1,00000	0,034135	1,00000		
	P4	2,60	0,30	8,67	0,09	Pilar - Tipo C2	0,034135	1,00000	0,034135	1,00000		
	P5	2,60	0,20	13,00	0,06	Pilar - Tipo C2	0,022757	1,00000	0,022757	1,00000		
	P6	2,60	0,20	13,00	0,06	Pilar - Tipo C2	0,022757	1,00000	0,022757	1,00000		
	P7	2,60	0,20	13,00	0,06	Pilar - Tipo C2	0,022757	1,00000	0,022757	1,00000		
	P8	2,60	0,30	8,67	0,09	Pilar - Tipo C2	0,034135	1,00000	0,034135	1,00000		
	P9	2,60	0,30	8,67	0,09	Pilar - Tipo C2	0,022757	1,00000	0,022757	1,00000		
	P10	2,60	0,30	8,67	0,09	Pilar - Tipo C2	0,034135	1,00000	0,034135	1,00000		
	P11	2,60	0,30	8,67	0,09	Pilar - Tipo C2	0,034135	1,00000	0,034135	1,00000		
3	P12	2,60	0,30	8,67	0,09	Pilar - Tipo C2	0,043124	1,00000	0,043124	1,00000		0,61213
	P1	2,60	0,30	8,67	0,09	Pilar - Tipo C2	0,065886	1,00000	0,065886	1,00000		
	P2	2,60	0,30	8,67	0,09	Pilar - Tipo C2	0,043124	1,00000	0,043124	1,00000		
	P3	2,60	0,30	8,67	0,09	Pilar - Tipo C2	0,065886	1,00000	0,065886	1,00000		
	P4	2,60	0,30	8,67	0,09	Pilar - Tipo C2	0,065886	1,00000	0,065886	1,00000		
	P5	2,60	0,30	8,67	0,09	Pilar - Tipo C2	0,065886	1,00000	0,065886	1,00000		
	P6	2,60	0,20	13,00	0,06	Pilar - Tipo C2	0,043124	1,00000	0,043124	1,00000		
	P7	2,60	0,20	13,00	0,06	Pilar - Tipo C2	0,043124	1,00000	0,043124	1,00000		
	P8	2,60	0,30	8,67	0,09	Pilar - Tipo C2	0,065886	1,00000	0,065886	1,00000		
	P9	2,60	0,30	8,67	0,09	Pilar - Tipo C2	0,065886	1,00000	0,065886	1,00000		
	P10	2,60	0,30	8,67	0,09	Pilar - Tipo C2	0,065886	1,00000	0,065886	1,00000		
	P11	2,60	0,30	8,67	0,09	Pilar - Tipo C2	0,065886	1,00000	0,065886	1,00000		
P12	2,60	0,30	8,67	0,09	Pilar - Tipo C2	0,065886	1,00000	0,065886	1,00000			

4 - Classificação e Cálculo de Índices de Resistência de Pilares e Colunas Curtas

TABELA 6 - ÍNDICES DE RESISTÊNCIA DE PILARES E COLUNAS CURTAS, NO EIXO DOS YY''

PISOS	DESIGN.	VARIÁVEIS				CLASSIFICAÇÃO ESTRUTURAL	AREA	Cw	Cc	F
-------	---------	-----------	--	--	--	--------------------------	------	----	----	---

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Sub-Índice E_0

Factores de Redução de Capacidade Sísmica

PISO	φ	C_{sc}	C_c	C_{mar}	F	E_0
1	1,0000	0,0000	0,2753	0,0000	1,0000	0,1927
2	0,8000	0,0000	0,3186	0,0000	1,0000	0,1784
3	0,6667	0,0000	0,6121	0,0000	1,0000	0,2857

Tipo de Rotura	B
α_1	0
α_2	1

2 - Cálculo do Sub-Índice S_D

Items (q_i)		Variáveis	G_i	R_{fi}	$q_{...}$
a). Regularidade	a	a1	1	1,00	1
b). Relação Comprimento - largura	B	0,91	1	0,50	1
c). Saliência / expansão	c	0,00	0,8	0,50	0,9
d). Contração em Planta	d	1,00	0,9	0,50	0,95
e). Átrio ou pátio Interior	R_{ap}	0,00	0,8	0,50	0,9
f). Excentricidade do átrio ou pátio Interior	f_1	0,00	0,9	0,30	0,97
	f_2	0,00	0,9		1
h). Pisos Enterrados	R_{as}	0,55	1	1,00	1,2
i). Uniformidade da altura do Andar	R_h	1,00	1	0,50	1
j). Presença de Pilotis		Não Tem	1	0,50	1

3 - Cálculo do Sub-Índice T

Item a Verificar	Intensidade	Assinala com uma X, as condições que se verificam	Valor do Índice T
Deformação Permanente	Inclinação do edifício devido a assentamento diferencial		1
	Edifício Construído sobre zona de aterro artificial		
	Deformação visível de vigas ou pilares		
	Não apresenta indícios de deformação	x	
Fendas nas Paredes ou Pilares	Infiltração com visível corrosão das armaduras		1
	Fendas inclinadas observadas nos pilares		
	Forte fendilhação nas paredes exteriores		
	Infiltração sem aparente corrosão das armaduras		
	Nenhum dos casos anteriores	x	
Incêndios	Sofreu e não foi reparado		1
	Sofreu mas foi reparado		
	Não sofreu	x	
Ocupação	Armazena produtos químicos		1
	Não armazena produtos perigosos	x	
Período de Vida	Igual ou superior a 30 anos	x	0,8
	Igual ou superior a 20 anos		
	Inferior a 19 Anos		
Acabamentos	Danos significativos nas camadas externas do revestimento		0,9
	Danos significativos nas camadas internas do revestimento		
	Sem problemas	x	

4 - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico

PISO	E_0	S_D	T	I_s
1	0,1927	0,8957	0,8000	0,1381
2	0,1784			0,1278
3	0,2857			0,2047

1º NIVEL - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico , em X's
1º NIVEL - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais , em X's

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais

PISO	f	t	B	H	I _N
1	0,5	0,5	0,75	0,3	0,775
2	0,5	0,5	0,75	0,3	0,775
3	0,5	0,5	0,75	0,3	0,775

2 - Cálculo do Sub-Índice de Flexibilidade, f

Assinalar a opção com X

PISO	ESTRUTURA			Flexibilidade da Estrutura (G _s)		f	
				Rígida	Fléxivel		
				I	II		
1	Elementos Não estruturais (G _N)	Rígida	I		X	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0	
2	Elementos Não estruturais (G _N)	Rígida	I		X	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0	
3	Elementos Não estruturais (G _N)	Rígida	I		X	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0	

3 - Cálculo do Sub-Índice do Estado Actual, t

PISO	ESTADO DA ESTRUTURA		t
	Ocorrência de Danos		
	Existe ou é Desconhecido	Não Existe	
1		X	0,5
2		X	0,5
3		X	0,5

4 - Cálculo do Sub-Índice do Grau de Influência, H

Assinalar a opção com X

PISO	ESTRUTURA		Situação		H	
			Existe	Não existe		
1	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)		X	0,3	0,3
		Outros			0	
2	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)		X	0,3	0,3
		Outros			0	
3	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Publicas, Praças Publicas)		X	0,3	0,3
		Outros			0	

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Sub-Índice E_0

Factores de Redução de Capacidade Sísmica

PISO	φ	C_{sc}	C_c	C_{mar}	F	E_0
1	1,0000	0,0000	0,2753	0,0000	1,0000	0,1927
2	0,8000	0,0000	0,3186	0,0000	1,0000	0,1784
3	0,6667	0,0000	0,6121	0,0000	1,0000	0,2857

Tipo de Rotura	B
α_1	0
α_2	1

2 - Cálculo do Sub-Índice S_D

Items (q_i)		Variáveis	G_i	R_{fi}	$q_{...}$
a). Regularidade	a	a1	1	1,00	1
b). Relação Comprimento - largura	B	0,91	1	0,50	1
c). Saliência / expansão	c	0,00	0,8	0,50	0,9
d). Contração em Planta	d	1,00	0,9	0,50	0,95
e). Átrio ou pátio Interior	R_{ap}	0,00	0,8	0,50	0,9
f). Excentricidade do átrio ou pátio Interior	f_1	0,00	0,9	0,30	0,97
	f_2	0,00	0,9		1
h). Pisos Enterrados	R_{as}	0,55	1	1,00	1,2
i). Uniformidade da altura do Andar	R_h	1,00	1	0,50	1
j). Presença de Pilotis		Não Tem	1	0,50	1

3 - Cálculo do Sub-Índice T

Item a Verificar	Intensidade	Assinala com uma X, as condições que se verificam	Valor do Índice T
Deformação Permanente	Inclinação do edifício devido a assentamento diferencial		1
	Edifício Construído sobre zona de aterro artificial		
	Deformação visível de vigas ou pilares		
	Não apresenta indícios de deformação	x	
Fendas nas Paredes ou Pilares	Infiltração com visível corrosão das armaduras		1
	Fendas inclinadas observadas nos pilares		
	Forte fendilhação nas paredes exteriores		
	Infiltração sem aparente corrosão das armaduras		
	Nenhum dos casos anteriores	x	
Incêndios	Sofreu e não foi reparado		1
	Sofreu mas foi reparado		
	Não sofreu	x	
Ocupação	Armazena produtos químicos		1
	Não armazena produtos perigosos	x	
Período de Vida	Igual ou superior a 30 anos	x	0,8
	Igual ou superior a 20 anos		
	Inferior a 19 Anos		
Acabamentos	Danos significativos nas camadas externas do revestimento		0,9
	Danos significativos nas camadas internas do revestimento		
	Sem problemas	x	

4 - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico

PISO	E_0	S_D	T	I_s
1,0000	0,1927	0,8957	0,8000	0,1381
2,0000	0,1784			0,1278
3,0000	0,2857			0,2047

1º NÍVEL - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico , em Y's
1º NÍVEL - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais , em Y's

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais

PISO	f	t	B	H	I _N
1	0,5	0,5	0,75	0,3	0,775
2	0,5	0,5	0,75	0,3	0,775
3	0,5	0,5	0,75	0,3	0,775

2 - Cálculo do Sub-Índice de Flexibilidade, f

Assinalar a opção com X

PISO	ESTRUTURA			Flexibilidade da Estrutura (G _s)		f	
				Rígida	Fléxivel		
				I	II		
1	Elementos Não estruturais (G _N)	Rígida	I		X	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0	
2	Elementos Não estruturais (G _N)	Rígida	I		X	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0	
3	Elementos Não estruturais (G _N)	Rígida	I		X	0,5	0,5
		Fléxivel	II			0	

3 - Cálculo do Sub-Índice do Estado Actual, t

PISO	ESTADO DA ESTRUTURA		t
	Ocorrência de Danos		
	Existe ou é Desconhecido	Não Existe	
1		X	0,5
2		X	0,5
3		X	0,5

4 - Cálculo do Sub-Índice do Grau de Influência, H

Assinalar a opção com X

PISO	ESTRUTURA		Situação		H	
			Existe	Não existe		
1	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)		X	0,3	0,3
		Outros			0	
2	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)		X	0,3	0,3
		Outros			0	
3	Ambiente	Rua (incluindo Privadas, Públicas, Praças Públicas)		X	0,3	0,3
		Outros			0	

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Sub-Índice E_0

PISO	φ	C_{sc}	C_c	C_{mar}	F	E_1	E_2	E_3	1º Modo de Rotura	2º Modo de Rotura	E_0
									E_{01}	E_{02}	
1	1,0000	0,0000	0,2753	0,0000	1,0000	0,0000	0,2753	0,0000	0,1927	0,2753	0,2753
2	0,8000	0,0000	0,3186	0,0000	1,0000	0,0000	0,3186	0,0000	0,1784	0,2549	0,2549
3	0,6667	0,0000	0,6121	0,0000	1,0000	0,0000	0,6121	0,0000	0,2857	0,4081	0,4081

Tipo de Rotura 1

B

 α_1

0

 α_2

1

 α_3

0,7

Tipo de Rotura 2

C

 α_1

0

 α_2

0

 α_3

1

2 - Cálculo do Sub-Índice S_D

Piso	Items (q_i)		Variáveis	G_i	$R2_i$	$q_{...}$
1	l). Excentricidade entre Cg e Cr	l	0,03	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,57	0,9	1,00	0,9
2	l). Excentricidade entre Cg e Cr	l	0,06	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,00	0,9	1,00	0,9
3	l). Excentricidade entre Cg e Cr	l	0,06	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	1,04	0,9	1,00	0,9

 S_D i= a, b, c, d, e, f, h, i, j =

0,896

3 - Cálculo do Sub-Índice T

Piso	Elementos Estruturais	Grau	FISSURAS E DEFORMAÇÕES ESTRUTURAIS			DETERIORAÇÃO E INATIVIDADE ESTRUTURAL			Ti
			A	B	C	A	B	C	
1	Laje	N<1/9							0,9889
	Viga								
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050	0,0010	
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0,001	
	Total		$P_s =$	0,017		$P_t =$	0,006		
2	Laje	N<1/9							0,9889
	Viga								
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050	0,0010	
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0,001	
	Total		$P_s =$	0,017		$P_t =$	0,006		
3	Laje	N<1/9							0,9879
	Viga								
	Paredes e Pilares		0,0170		0,0010		0,0050	0,0010	
	Sub-Total		0,017	0	0,001	0	0,005	0,001	
	Total		$P_s =$	0,018		$P_t =$	0,006		

4 - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico

PISO	E_0	S_D	T	I_s
1	0,2753	0,8061	0,9889	0,2195
2	0,2549	0,8061	0,9889	0,2032
3	0,4081	0,8061	0,9879	0,3253

2ª NIVEL - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico , em X's

2ª NIVEL - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais, em X's

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais

PISO	B _j	h _j	W _j	H _j	L _j	ΣL _j	ΣB _j *W _j *H _j *	I _N
1	0,500	2,200	0,814	0,350	4,780	18,300	0,68115	0,037
2	0,500	2,600	0,871	0,700	4,780	18,300	1,4579	0,080
3	0,500	2,600	0,871	0,700	4,780	18,300	1,4579	0,080

2 - Cálculo do Sub-Índice de Flexibilidade

PISO	Historial de Danos Sofridos		Anos que passaram			t		f	B
			g y						
			1	2	3				
1	g _{II}	1			0	0,5	0	0,5	
		2		X	0,5				
		3			0				
2	g _{II}	1			0	0,5	0	0,5	
		2		X	0,5				
		3			0				
3	g _{II}	1			0	0,5	0	0,5	
		2		X	0,5				
		3			0				

3 - Cálculo do Sub-Índice Ambiental, e

PISO	Tipo de Ambiente	Assinala com uma X, as condições que se verificam	Sub-índice e
1	Rua Pública,		0
	Rua Privada, Estrada Local, Corredor, Praça Pública, Varanda	X	0,7
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas não podem ter acesso, edifícios adjacentes		
2	Rua Pública,		0
	Rua Privada, Estrada Local, Corredor, Praça Pública, Varanda	X	0,7
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas não podem ter		0
3	Rua Pública,		0
	Rua Privada, Estrada Local, Corredor, Praça	X	0,7
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0
	Espaços Abertos onde as pessoas não podem ter		0

4 - Cálculo do Sub-Índice de Detenção de Quedas, c

PISO	Condição de Supressão	Assinala com uma X, as condições que se verificam	Sub-índice c
1	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas	X	0,5
	Outros		0
2	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente interceptar o ângulo de influência		0
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0
	Outros	X	1
3	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente interceptar o ângulo de influência		0
	A superfície horizontal no piso térreo mesma que a das paredes consideradas		0
	Outros	X	1

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Sub-Índice E_0

PISO	φ	C_{sc}	C_c	C_{mar}	F	E_1	E_2	E_3	1º Modo de Rotura	2º Modo de Rotura	E_0
									E_{01}	E_{02}	
1	1,0000	0,0000	0,2753	0,0000	1,0000	0,0000	0,2753	0,0000	0,1927	0,2753	0,2753
2	0,8000	0,0000	0,3186	0,0000	1,0000	0,0000	0,3186	0,0000	0,1784	0,2549	0,2549
3	0,6667	0,0000	0,6121	0,0000	1,0000	0,0000	0,6121	0,0000	0,2857	0,4081	0,4081

Tipo de Rotura 1 **B**
 α_1 α_2 α_3
Tipo de Rotura 2 **C**
 α_1 α_2 α_3
2 - Cálculo do Sub-Índice S_D

Piso	Items (q_i)		Variáveis	G_i	$R2_i$	$q_{...}$
1	l). Excentricidade entre Cg e Cr	l	0,04	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,56	0,9	1,00	0,9
2	l). Excentricidade entre Cg e Cr	l	-0,01	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	0,00	0,9	1,00	0,9
3	l). Excentricidade entre Cg e Cr	l	-0,09	1	1,00	1
	m). Relação Peso/ Rigidez de um piso para o piso imediatamente acima	m	1,04	0,9	1,00	0,9

 S_D i= a, b, c, d, e, f, h, i, j = 0,8963 - Cálculo do Sub-Índice T

Piso	Elementos Estruturais	Grau	FISSURAS E DEFORMAÇÕES ESTRUTURAIS			DETERIORAÇÃO E INATIVIDADE ESTRUTURAL			Ti
			A	B	C	A	B	C	
1	Laje	N<1/9							0,9889
	Viga								
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050	0,0010	
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0,001	
	Total		$P_s =$	0,017		$P_i =$	0,006		
2	Laje	N<1/9							0,9889
	Viga								
	Paredes e Pilares		0,0170				0,0050	0,0010	
	Sub-Total		0,017	0	0	0	0,005	0,001	
	Total		$P_s =$	0,017		$P_i =$	0,006		
3	Laje	N<1/9							0,9879
	Viga								
	Paredes e Pilares		0,0170		0,0010		0,0050	0,0010	
	Sub-Total		0,017	0	0,001	0	0,005	0,001	
	Total		$P_s =$	0,018		$P_i =$	0,006		

4 - Cálculo do Índice de Desempenho Sísmico

PISO	E_0	S_D	T	I_s
1	0,2753	0,8061	0,9889	0,2195
2	0,2549	0,8061	0,9889	0,2032
3	0,4081	0,8061	0,9879	0,3253

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

1 - Cálculo do Índice de Elementos Não Estruturais

PISO	B _j	h _j	W _j	H _j	L _j	ΣL _j	ΣB _j *W _j *H _j *	I _N
1	0,500	2,200	0,814	0,350	4,750	20,200	0,676875	0,034
2	0,500	2,600	0,871	0,700	4,750	18,300	1,44875	0,079
3	0,500	2,600	0,871	0,700	4,750	18,300	1,44875	0,079

2 - Cálculo do Sub-Índice de Flexibilidade

PISO	Historial de Danos Sofridos	Anos que passaram			t		f	B
		g v						
		1	2	3				
1	g _H	1			0	0,5	0	0,5
		2		X	0,5			
		3			0			
2	g _H	1			0	0,5	0	0,5
		2		X	0,5			
		3			0			
3	g _H	1			0	0,5	0	0,5
		2		X	0,5			
		3			0			

3 - Cálculo do Sub-Índice Ambiental, e

PISO	Tipo de Ambiente	Assinala com uma X, as condições que se verificam	Sub-índice e	
0	Rua Pública,		0	0,7
	Rua Privada, Estrada Local, Corredor, Praça Pública, Varanda	X	0,7	
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0	
	Espaços Abertos onde as pessoas não podem ter acesso, edifícios adjacentes		0	
0	Rua Pública,		0	0,7
	Rua Privada, Estrada Local, Corredor, Praça Pública, Varanda	X	0,7	
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0	
	Espaços Abertos onde as pessoas não		0	
1	Rua Pública,		0	0,7
	Rua Privada, Estrada Local,	X	0,7	
	Espaço Aberto ao Público, Jardins		0	
	Espaços Abertos onde as pessoas não		0	

4 - Cálculo do Sub-Índice de Detenção de Quedas, c

PISO	Condição de Supressão	Assinala com uma X, as condições que se verificam	Sub-índice c	
0	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	0,5
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas	X	0,5	
	Outros		0	
0	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo é mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	
1	O caso do ângulo de influência está inteiramente a ser interceptado por beirados,recuados, etc.		0	1
	A superfície horizontal, projectada directamente abaixo do beiral que parcialmente intercepta o ângulo de influência		0	
	A superfície horizontal no piso térreo mesma que a das paredes consideradas		0	
	Outros	X	1	

CÁLCULO DOS SUB-ÍNDICES

Cálculo de índices para diferentes tipos de Sismo

a_{gR}	0,35	γ_1	1	S_1	1,35	$a_{gR} \cdot \gamma_1 \cdot S_2$	0,4725
a_{gR}	1,1	γ_2	1	S_2	1,338	$a_{gR} \cdot \gamma_2 \cdot S_3$	1,4718

Classe de Importância

II

$a_{gR} \cdot \gamma \cdot S$ 1,4718

Tipo de Estrutura

Sistema Misto

α_u / α_1 1,3

Sistema Estrutural

Pórtico, misto, Paredes acopladas

Ductilidade do Edifício

DCM - Média Ductilidade

- Verificação de Critérios de Regularidade em Altura

Condição

Nenhuma das anteriores

0

L

L2

0

Verificação

L1

0

L3

0

λ

0,85

q_{0DCM} 3,9

q_0

3,9

K_{WSP} 1,18033

K_{w_x} 1,000

q_x 3,900

q_{0DCH} 5,85

K_{WTF} 1,07

K_{w_y} 1,000

q_y 3,900

I_{s0x}

=

0,082

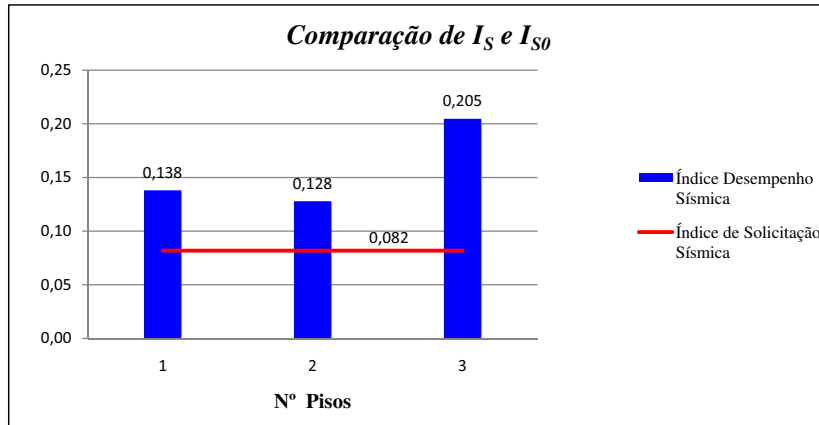
I_{s0y}

=

0,082

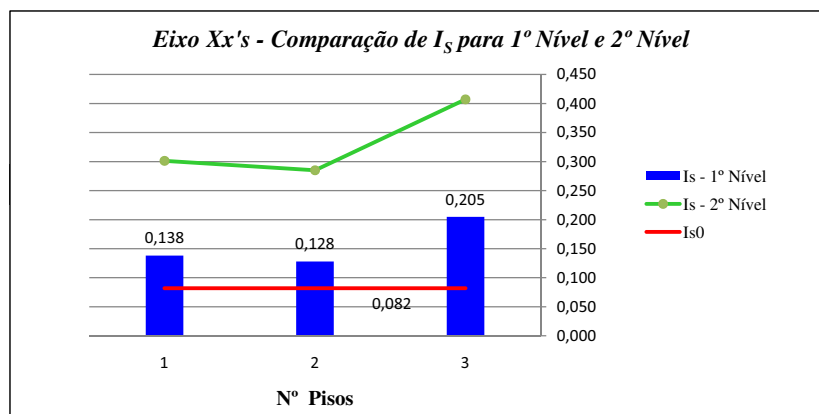
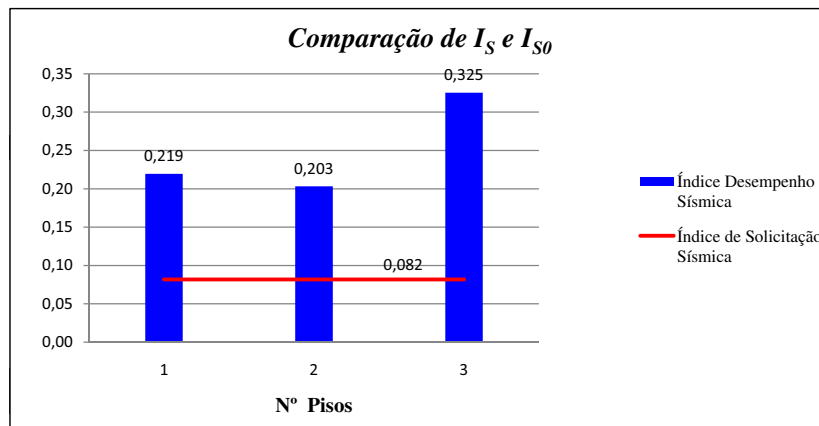
VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA DO EDIFICADO NO 1º NÍVEL DE AVALIAÇÃO

PISO	E_0	S_D	T	I_s	I_{s0}	VERIFICAÇÃO SEGURANÇA À ACÇÃO SÍSMICA
1	0,193	0,896	0,800	0,138	0,082	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
2	0,178			0,128	0,082	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
3	0,286			0,205	0,082	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica



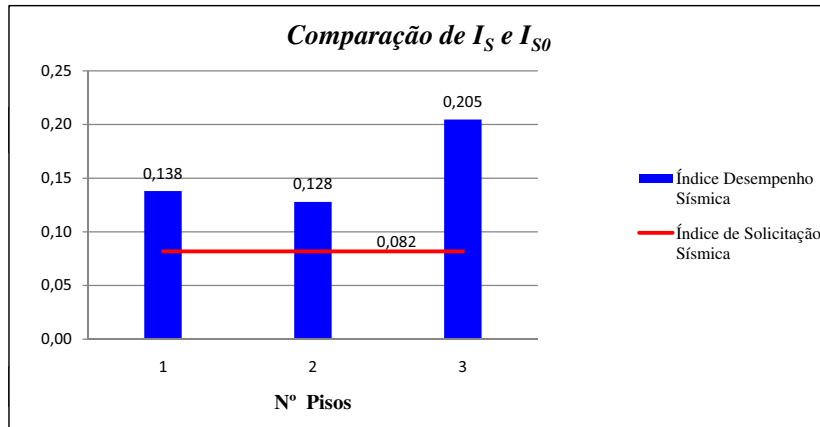
VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA DO EDIFICADO NO 2º NÍVEL DE AVALIAÇÃO

PISO	E_0	S_D	T	I_s	I_{s0}	VERIFICAÇÃO SEGURANÇA À ACÇÃO SÍSMICA
1	0,275	0,806	0,989	0,219	0,082	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
2	0,255	0,806	0,989	0,203	0,082	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
3	0,408	0,806	0,988	0,325	0,082	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica



VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA DO EDIFICADO NO 1º NÍVEL DE AVALIAÇÃO

PISO	E_0	S_D	T	I_s	I_{s0}	VERIFICAÇÃO SEGURANÇA Á ACÇÃO SÍSMICA
1	0,193	0,896	0,800	0,138	0,082	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
2	0,178			0,128	0,082	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
3	0,286			0,205	0,082	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica



VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA DO EDIFICADO NO 2º NÍVEL DE AVALIAÇÃO

PISO	E_0	S_D	T	I_s	I_{s0}	VERIFICAÇÃO SEGURANÇA Á ACÇÃO SÍSMICA
1	0,275	0,806	0,989	0,219	0,082	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
2	0,255	0,806	0,989	0,203	0,082	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica
3	0,408	0,806	0,988	0,325	0,082	Segurança do Piso Verificada à acção sísmica

